الطاقة والصناعات النفطية
أساسياتها واقتصادياتها

تأليف

الدكتور / يوسف حسن جواد محمد

M.A. Ph.D. University of California S.B.

الكويت ١٩٨٨

اهداءات ١٩٩٨
مؤسسة الاهرام للنشر والتوزيع

الطاقة والصناعات النفطية
اساسياتها واقتصادياتها

تأليـف
الدكتور / يوسف حسن جواد محمد
قسم الاقتصاد
كلية التجارة والاقتصاد والعلوم السياسية
جامعة الكويت

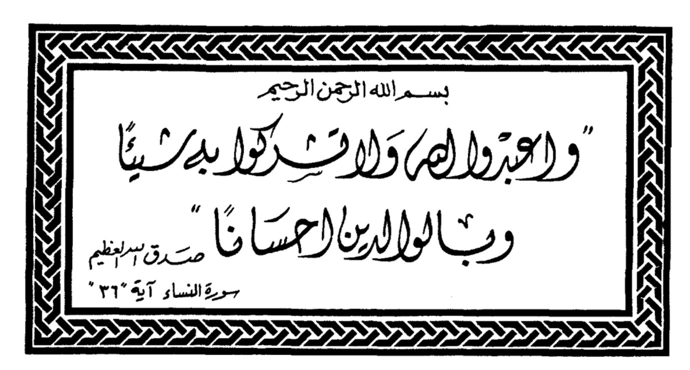
الكويت ١٩٨٨م

ساعدت لجنة البحوث في كلية التجارة والاقتصاد والعلوم السياسية على نشر هذا الكتاب.

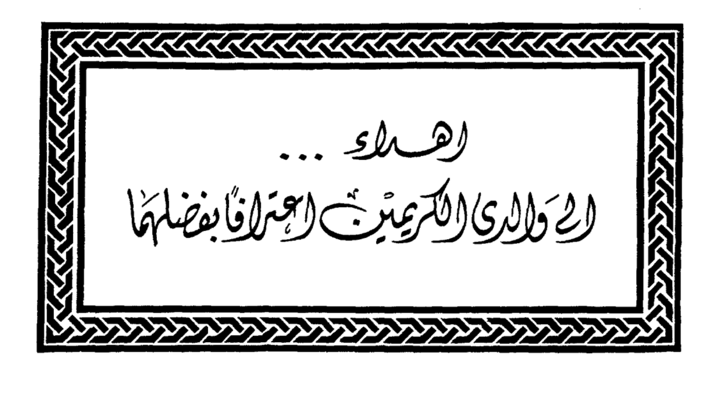
المراسلات حول الكتاب

توجه كافة المراسلات الى المؤلف على العنوان التالي :
ص.ب ٢٦٣٨١ الصفـاة
الكويــــت - 13124
فاكس : ٢٤٠٤٢٨٦ (٩٦٥)

الطبعة الأولى
١٩٨٨



بسم الله الرحمن الرحيم
"واعبدوا الله ولا تشركوا به شيئاً
وبالوالدين إحساناً" صدق الله العظيم
سورة النساء آية "٣٦"


إهداء ...
إلى والدي الكريمين اعترافاً بفضلهما

مقدمة

كانت الطاقة ولا تزال وسيلة الأمم للتقدم والرقي ، فقد عمل الانسان منذ الأزل على تطوير مصادرها واستغلالها بما يتلاءم مع احتياجاته المتزايدة والمتباينة. ولما كان النفط المصدر الرئيسي للطاقة في عالمنا الحاضر فقد حظيت هذه السلعة بقدر كبير من الدراسة والبحث. بل يمكن القول بثقة بأنه ما من سلعة اخرى نالت من اهتمام الباحثين والمؤلفين ما ناله النفط. ولعل تشعب المواضيع المتعلقة بالطاقة والصناعة النفطية والتغيرات المتلاحقة التي طرأت على أوضاع أسواق الطاقة بشكل عام وسوق النفط بشكل خاص ساهم في خلق هذا الكم الهائل من الدراسات والمؤلفات.

يهدف هذا الكتاب الى تزويد القارىء بالمعلومات الفنية والاقتصادية الأساسية المتعلقة بالطاقة والصناعة النفطية بمراحلها المختلفة من عمليات الاستكشاف والانتاج الى النقل والتصنيع (التكرير). كما يتطرق الى موضوعات اخرى ترتبط ارتباطا وثيقا بالصناعة النفطية كاستغلال الغاز الطبيعي وصناعة البتر وكيماويات وأخيرا العلاقة بين الطاقة والتلوث البيئي.

وتجدر الاشارة هنا الى أن الحاجة لهذا الكتاب ظهرت ملحة للكاتب خلال قيامه بتدريس مقرر اقتصاديات النفط الذي يعرضه قسم الاقتصاد بجامعة الكويت. فقد كان النقص في المراجع والكتب العربية التي تتناول موضوعات الطاقة والنفط بشكل متكامل واضحا، كما ان النزر اليسير المتوفر من هذه المراجع كان يعوزه الترابط والمعلومات والبيانات الحديثة. وقد شكل ذلك دافعا قويا لبذل الجهد لإعداد كتاب يسد جانبا من هذا النقص في المكتبة العربية. ويتوجه هذا الكتاب الى جميع المهتمين بأمور الطاقة والنفط وخصوصا طلاب الجامعات والمعاهد والعاملين في الصناعة النفطية بمراحلها المختلفة.

يسعدني في هذا المجال أن أتقدم بالشكر الجزيل الى الدكتور محسن كاظم على مساهمته في قراءة الكتاب وتزويدي بالملاحظات والتوجيهات القيمة، كما أتقدم بالشكر الى السيد محمود سليم للجهد المميز الذي بذله اثناء عملية الصياغة. ولا يفوتني ان أخص بالشكر رابطة الاقتصاد والعلوم السياسية بجامعة الكويت والسيد احمد هاشم على الجهد الذي بذل في عملية الطباعة الاولية لفصول الكتاب خلال العام الدراسي ١٩٨٧/ ١٩٨٨.

كذلك أتقدم بالتقدير لعميدة كلية التجارة والاقتصاد والعلوم السياسية الدكتورة موضي الحمود واعضاء لجنة البحوث بالكلية على جهودهم المخلصة في تشجيع نشر الكتب العلمية.

ختاما، أرجو من الله العلي القدير أن أكون قد وفقت في الوصول الى الهدف المنشود لهذه الدراسة وأن يعذرني القراء لما تبقى فيها من أخطاء.

وآخر دعوانا أن الحمدلله رب العالمين

المؤلف

قائمة المحتويات

الفصل الاول

مشكلة الطاقة

(The Energy Crisis)

أ- تمهيد : ماهية مشكلة الطاقة.

ب- خلفية تاريخية :

(ب - ١) نشأة الصناعة النفطية في العالم.

(ب - ٢) عصر الشركات النفطية الكبرى.

ج- مستجدات مشكلة الطاقة خلال السبعينات.

د- مشكلة الطاقة : النتائج وردود الفعل.

هـ- انحسار مشكلة الطاقة : الفترة من ١٩٨٠ الى ١٩٨٦.

- ملحق (أ)

- المراجع

أ - تمهيد : ماهية مشكلة الطاقة

منذ أن تعرضت السوق النفطية خلال الفترة ١٩٧٣ - ١٩٧٤ للعديد من التطورات المختلفة، ابتداء من تقلص الامدادات النفطية لبعض الدول الصناعية (نتيجة الحظر النفطي الذي فرض من جانب الدول العربية المصدرة للنفط على الولايات المتحدة وهولندا بسبب مساندتهما الكلية لاسرائيل خلال حرب اكتوبر ١٩٧٣) الى قيام الدول الاعضاء في منظمة الاقطار المصدرة للنفط (اوبك OPEC) برفع أسعار النفط بمقدار ٣٠٠٪، بدأ العديد من المختصين بأمور الطاقة والاقتصاد بالحديث عن مشكلة الطاقة وضرورة مواجهتها. ونظرا لما كان يشكله النفط من أهمية كبرى في استيفاء متطلبات العالم من الطاقة حيث بلغت نسبته في اجمالي استهلاك العالم من الطاقة حوالي ٤٥٪ خلال الفترة ١٩٧٠ - ١٩٧٥، فانه يمكن القول ان عبارة «مشكلة الطاقة» كانت بالضرورة نتاجا للتحولات في السوق النفطية وليس بسبب تغيرات اساسية في الظروف المحيطة بامدادات مصادر الطاقة المختلفة. ومما لا شك فيه ان هذه التطورات كان لها الأثر الفعال في إثارة الخوف وعدم الاطمئنان في دول العالم. والى أن تبدأ هذه الدول في الانتباه الى خطورة اعتمادها على مصدر معين للطاقة لاستيفاء الجزء الاعظم من متطلباتها من الطاقة وضرورة توجيه اهتماماتها لتخفيض دور النفط من خلال تطوير مصادر جديدة للطاقة او توسيع استخداماتها للمصادر الاخرى المتوافرة. وتنبع خطورة الاعتماد على مصدر واحد للطاقة من أن تقليص أو انقطاع امداداتها بشكل فجائي يؤثر في مستوى السعر مما يؤدي الى تأثر الحياة الاقتصادية سلبيا بسبب الترابط الحيوي بين العجلة الاقتصادية واستهلاك الطاقة.

كذلك كان من نتائج الهزة في السوق النفطية ان بينت للعالم ان الدول المصدرة للنفط (خاصة دول الشرق الاوسط) لا يمكنها الاستمرار في زيادة انتاج النفط بالمعدلات التاريخية العالية لإشباع الطلب العالمي المتزايد، خصوصا وان التوسع

الكبير في انتاج النفط من هذه الدول قبل سنة ١٩٧٣ كان قد تسبب في تقصير عمر الاحتياطي النفطي لديها بشدة وذلك بالاضافة الى التأثيرات السلبية في الاحتياطي النفطي الناجمة عن سوء استغلال الآبار النفطية من جانب الشركات الاجنبية العاملة في اراضيها. ولا شك ان ذلك كان يتعارض مع مصالح الدول في إطالة عمر الموارد النفطية المتوافرة لتسهم في عملية التنمية الاقتصادية التي تعتمد بشكل اساسي على الايرادات النفطية. ولما كانت الدول المصدرة للنفط آنذاك تحصل على عوائد ضئيلة (مقابل صادراتها) لا تتناسب مع التضحيات الكبيرة المتمثلة في استنزاف مواردها النفطية لاشباع الطلب العالمي على النفط، فان ارتفاع الاسعار كان بمثابة انذار لدول العالم بأنها لابد ان تكون مستعدة لتحمل تكاليف اضافية في سبيل الحصول على النفط. وأن عصر النفط الرخيص قد ولى الى الأبد.

أخيرا، كان لهذه التطورات الأثر البالغ في ابراز خطورة الوضع النفطي العالمي من حيث محدودية الكميات المتوافرة وبالتالي قصر عمرها (الذي كان يبلغ في سنة ١٩٧٣ حوالي ٢٩ سنة حسب معدل الاستهلاك المرتفع السائد). فمحدوية الامدادات النفطية شكلت مؤشرا لوجود حاجة ماسة لقيام الدول الصناعية بتعديل انماط استهلاكها للطاقة وتبنيها جهوداً مكثفة لتطوير مصادر طاقة بديلة يمكن إحلالها محل النفط في المستقبل. حيث ان قصر عمر الاحتياطي النفطي يجعل من المحتمل ان يمر العالم في فترة نقص في امدادات الطاقة اذا لم تعمل الدول الصناعية على تطوير مصادر جديدة خصوصا تلك التي يتطلب تطويرها فترة زمنية طويلة تصل في بعض الاحيان الى ثلاثين سنة أو أكثر.

وللتعرف على الظروف المؤدية لمشكلة الطاقة لابد ان نتطرق للتطورات التاريخية في السوق النفطية ابتداء من نشأة الصناعة النفطية المتمثلة بالشركات النفطية الكبرى وتنامي دورها الى ظروف قيام منظمة الاقطار المصدرة للنفط (أوبك) ودورها في تغيير الأوضاع السائدة في السوق النفطية. وأخيرا الى التطورات التي حدثت في عقد السبعينات من حيث تأثيرها على العرض والطلب في السوق النفطية ومن ثم على الاسعار السائدة فيها.

ب - خلفيــة تاريخيــة

نستعـرض في هذا الجـزء بشكـل مختصـر تاريـخ الصناعة النفطية منذ اكتشاف النفـط في الـولايـات المتحـدة سنـة ١٨٥٩ حتى اكتـمال سيطرة الشركات النفطية الكبرى على السوق النفطية.

(ب - ١) نشأة الصناعة النفطية في العالم:

على الـرغم من ان تاريـخ النفـط يعود لآلاف السنين فان الصناعة النفطية كما نعـرفهـا حاليـا حديثـة العهـد. فقـد كانت بدايتهـا في نهاية القرن التاسع عشر في مناطق مختلفة من العالم اهمها الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي.

بدأ انتاج النفط في الولايات المتحدة في اغسطس ١٨٥٩ عندما اكتشف ادوين دريك النفط في ولاية بنسلفانيا على عمق ٦٩ قدما. كان النفط آنذاك يستخدم في انتـاج الكـيروسـين لاستخدامه في الانارة في حين كانت المنتجات الاخرى مرغوبا عنها. شهدت الصناعة النفطية في الولايات المتحدة خلال الفترة من ١٨٥٩ الى ١٩٠٠ توسعا كبيرا في الانتاج ليصل الى حوالي ١٧٠ الف برميل يوميا بالمقارنة مع ٢٠ برميلا في اليوم سنة ١٨٥٩. ولكن خلال هذه الفترة لم تتوسع الاستخدامات الاخرى للنفط بل بقي الكيروسين المادة الاساسية المستخلصة من النفط الخام.

وشهدت سنة ١٨٦٨ قيام شركة ستاندرد اويل (Standard Oil) بمبادرة من جون روكفلر. كان هدف هذه الشـركـة انتـاج كير وسـين ذي مواصفـات عالية للسوق الاميركية. ولكن في غضون سنوات معدودة تمكن روكفلر - بدهائه الشديد - أن يسيطر على الصناعة النفطية في الولايات المتحدة من خلال امتلاك معظم الطاقة التكـريـرية وشبكات النقل والتوزيع. ولذلك فانه مع قدوم سنة ١٨٧٩ كان جون روكفلر قد أحكم سيطرته على الصناعة واصبحت شركة ستاندرد اويل اكبر شركة نفطية في الولايات المتحدة بلا منافس.

وفي الجانب الآخر من العالم كانت منطقة غرب بحر قزوين، المعروفة حاليا باسم منطقة باكو الواقعة في الاتحاد السوفيتي، مركزا لانتاج النفط لاستخلاص الكيروسين لتزويد اوروبا خلال سنة ١٨٨٠. وقد كان للمستثمرين الفرنسيين مصالح تجارية واسعة في هذه المنطقة وخصوصا العائلة الفرنسية المعروفة باسم روث جيلد. وفي غضون ذلك كانت الشركة الملكية الهولندية المعروفة باسم رويال دتش (Royal Dutch) تقوم بانتاج النفط في المناطق الجنوبية الشرقية من اسيا التي تشكل حاليا دولة اندونيسيا. وفي سنة ١٨٩٧ وافقت شركة رويال دتش على اعطاء حقوق تنقيب في بعض أجزاء اندونيسيا للشركة البريطانية المسماة شل (Shell). بذلك دخلت شركة شل - المختصة بالنقل البحري والتجارة- الى السوق النفطية لاستغلال حقوق التنقيب المعطاة لها. استمرت عمليات شركة شل في تلك المنطقة حتى سنة ١٩٠٧ عندما توصلت شركتا شل ورويال دتش الى اتفاق لدمج الشركتين في شركة جديدة تحمل اسم رويال دتش / شل (Royal Dutch / Shell) مع احتفاظ الهولنديين بنسبة الاغلبية.

اما تاريخ النفط في منطقة الشرق الاوسط فيعود لسنة ١٩٠٠م وذلك مع دخول مهندس المناجم الاسترالي ويليام دي اركي (William D. Archy) الى ايران للتنقيب عن النفط بعد حصوله على حقوق الامتياز من شاه ايران آنذاك. كان الامتياز يغطي مساحة قدرها ٥٠٠ الف ميل مربع ويمتد لفترة ٦٠ سنة وذلك مقابل مدفوعات نقدية تقدر بحوالي مائة الف دولار و١٦٪ من الريع المتحقق. وبسبب فشل عمليات البحث في اكتشاف احتياطيات نفطية لمدة طويلة من الزمن اضطر المهندس الاسترالي للبحث عن مموّلين جدد لاستمرار عمليات التنقيب. ولما كانت الحكومة البريطانية آنذاك مهتمة في ايجاد مصادر نفطية خارجية خاصة بها فقد وافقت على تمويل عمليات التنقيب التي ما لبثت ان اسفرت عن اكتشاف النفط في منطقة مسجد سليمان سنة ١٩٠٨. وتم بذلك انشاء الشركة الانجليزية الفارسية (Anglo - Persian) للنفط (المسماة حاليا الشركة النفطية البريطانية او برتش بترليوم British Petroleum) في سنة ١٩٠٩ للاستفادة من النفط الايراني حيث قامت الشركة ببناء مصفاة عبدان سنة ١٩١٣.

وخـلال تلك الفـترة ذاتهـا كان العراق هدفا لعدة محاولات من جانب الحكومة الالمانية للحصول على حقوق الامتياز. فقد بدأت محاولات الحكومة الالمانية سنة ١٨٩٠ من خلال الضغـط على الحكـومـة العثـمانيـة ولكن هذه المحـاولات باءت بالفشل حتى سنة ١٩١٢ عندما تم تأسيس شركة النفط التركية المكونة من مجموعة من الشـركـات هي الشركة الانجليزية الفارسية وشركة رويال دتش / شل والبنك المركزي الالماني وذلك بنسبة ٥٠٪ و٢٥٪ و٢٥٪.

ولقـد شهـدت الـولايات المتحدة سنة ١٩١١ تجـزيء شركة ستاندرد اويل الى ثـلاث وثـلاثين شركة بقرار من القضاء الاميركي بسبب مخالفتها للقوانين الاميركية المتعلقـة بحـريـة التجارة ومنع الاحتكارات. وبذلك تم ايجاد عدة شركات نفطية كان يعـد بعضهـا محورا اساسيا لقيام الشركات النفطية الاميركية الكبرى. ونذكر من هذه الشركات التي انشئت على حساب تقسيم شركة ستاندرد اويل اهمها، وهي: شركة ستاندرد أويل اوف نيوجرسي (Standard Oil of New Jersey) (حاليا اكسون) وموبيل (Mobil) وستـانـدرد أويـل اوف كاليفورنيا (Standard Oil of California) (سابقا سوكال والان شيفـرون) وستـانـدرد اويـل اوف انـديانا (Standard Oil of Indiana) وستاندرد اويـل اوف اوهـايـو (Standard Oil of Ohio) (سـوهـويـو) وكـونتننتـال (Continental) واتـلانتيك ريجفيلد (Atlantic Richfield) وشركات اخرى عديدة. وخلال هذه الفترة تسبب تركيز روكفلر على مراحل الصناعة المختلفة ما عدا الانتاج في تمكن شركتين (شـركـة غلف Gulf وشـركة نفط تكساس Texas Oil) من السيطرة على الانتاج في ولايـة تكسـاس. ونظـرا لعـدم قدرة هاتـين الشـركـتـين على تسـويق منتجاتها في الولايات الشمالية لوقوعها تحت سيطرة شركة ستاندرد اويل فانها اضطرت للدخول الى الاسواق العالمية مما أسهم في تحول هاتين الشركتين الى شركات نفطية كبرى.

ومع قرب انتهاء الحرب العالمية الاولى كانت الشركات النفطية السبع الكبرى وهي: ستـانـدرد اويـل اوف نيـوجـرسي (اكسـون حاليـا) وشـركـة نفط تكساس (تكساكو) وغلف وسوكال وموبيل ورويال دتش شل وبرتش بتروليوم قد احكمت سيطـرتهـا على المنـاطق النفطيـة خارج الـولايـات المتحـدة وروسيـا مع امتلاكها لحصص مهمـة في الـولايـات المتحـدة. وبعد انتهاء الحرب العالمية الاولى وانهزام

المـانيـا تم تحويل حقوق البنك المركزي الالماني في الشركة التركية للنفط الى فرنسا سنـة ١٩٢٤ . واستطـاعت بريطـانيـا خلال هذه الفـترة تقـوية مركزها في الشرق الاوسـط خصـوصـا في العراق بسبب سيطرتها على تلك المنطقة من خلال معاهدة سان ريمو. وتمكنت بريطانيا بذلك منع الشركات النفطية الاميركية - التي كانت تعمل جاهدة انذاك للنفاذ الى الشرق الاوسط - من الدخول الى العراق.

ومـع اكتشـاف النفـط بكميـات كبـيرة في العراق بمنطقة كركوك سنة ١٩٢٧ ، شهـدت منطقـة الشـرق الاوسـط تنـافسـا حادا بين الشـركـات النفطية خصوصا الامـيركيـة منهـا للحصـول على حقوق الامتياز. ولكن بعد مفاوضات صعبة بين الشـركـات النفطية والدول الغربية المساندة لها تم التوصل الى اتفاقية الخط الاحمر الخـاصـة بتحـديد المناطق الواقعة تحت الحكم العثماني سنة ١٩١٤ والتي اشتملت على موافقـة الشـركـات النفطيـة على غزو المنـاطق المختلفـة من الشرق الاوسط بشكل جماعي . ومن نتائج المفاوضات التي جرت سنة ١٩٢٨ استطاعت الشركات الاميركية ان تحصل على نسبة من حقوق الامتياز في العراق.

هذا وقـد قامت الشـركـات الامـيركيـة بشكـل منفـرد بمحاولة الحصول على الامتيـازات من شيـوخ الجـزيـرة العـربيـة والكـويت آنذاك مع استمرار اعتراض بريطـانيـا على تلك المحـاولات . وبعـد محاولات عديدة استطاعت شركة سوكال الحصـول على امتيـاز للتنقيب عن النفـط في الجزيرة العربية سنة ١٩٣٣ . ونتيجة لنجاح شركة سوكال في عمليات التنقيب اضطرت تلك الشركة للاتفاق مع شركة تكساس (تكسـاكو) للاستفادة من شبكة التسويق التي تمتلكها الشركة الاخيرة. وتم بذلـك خلق شركـة ارامكـو (Arab - American Oil Co.) لانتـاج النفـط وشـركـة كالتكس (Caltex) لتسويق النفط من الجزيرة العربية . أما الكويت فقد توصلت الى اتفاق مع شركتي غلف وبرتش بتر وليوم سنة ١٩٣٤ . وتم بذلك انشاء شركة نفط الكـويت التي بدأت عمليـات التنقيب التي اسفـرت عن اكتشـاف حقـل برقـان العملاق سنة ١٩٣٨ .

وفي انحـاء اخـرى من العـالم كانت الشركات النفطية ، خصوصا غلف وبرتش بتر وليوم ورويال شل وعدد آخر من الشركات الاميركية الصغيرة ، تنتج النفط من

فنزويلا والمكسيك ومناطق اخرى من اميركا اللاتينية والجنوبية. ولكن هذه المناطق لم تكن مستقرة بسبب محاولاتها الاستقلالية وصراعها مع الشركات النفطية التي كانت تستغلها بصورة بشعة خلال اوائل القرن العشرين. ولم يلبث هذا الصراع ان اشتد اولا في المكسيك سنة ١٩١٧ بسبب قيام الحكومة المكسيكية بتمرير قانون يحصر ملكية الموارد الطبيعية للدولة مما تسبب في توتر العلاقات بين الشركات النفطية الاجنبية والحكومة. انتهى هذا النزاع سنة ١٩٣٨ مع قيام الحكومة المكسيكية بتأميم جميع ممتلكات الشركات النفطية في اراضيها مما تسبب في مقاطعة الشركات للنفط المكسيكي. وقد أدت هذه المقاطعة الى تدهور الانتاج النفطي في المكسيك لفترة طويلة من الزمن وجعلت المكسيك من الدول الثانوية في انتاج النفط بعد أن كانت من أهمها.

ومن الجدير بالذكر ان الشركات النفطية الكبرى التي كانت تتنافس فيما بينها بشكل حاد خلال الفترة الاولى من قيامها استطاعت في وقت لاحق التوصل الى اتفاق مهم فيما بينها للحد من المنافسة الضارة وذلك بموجب الاتفاقية التي سميت باتفاق اكنكاري (Achnacarry) نسبة للمكان الذي انعقد فيه الاجتماع في سبتمبر ١٩٢٨. واستهدفت هذه الاتفاقية انهاء المنافسة من خلال الاتفاق على تقسيم السوق بينها على اساس الوضع السائد آنذاك (اتفاقية الوضع كما هو As Is) وتوحيد اسعار النفط في انحاء العالم على اساس سعر النفط في خليج المكسيك. وقد سميت طريقة التسعير المتفق عليها بنظام نقطة الاساس المنفردة (Single Basing Point System). كان هذا النمط التسعيري يفرض على جميع مشتري النفط في اية بقعة من العالم سعرا للنفط يعادل سعر النفط في خليج المكسيك بالاضافة الى تكاليف الشحن من خليج المكسيك الى نقطة الاستهلاك.

من الواضح ان هذا النمط التسعيري أدى الى إضافة تكاليف شحن وهمية على النفوط المنتجة في مناطق العالم الاخرى كالشرق الاوسط والمبيعة هناك اوفي اوروبا. ويعزى نجاح هذه الاتفاقية الى سببين هما: سيطرة الشركات النفطية على مصادر النفط في العالم ووجود نظام تحديد الانتاج داخل الولايات المتحدة التي

كانت أكبر منتج للنفط في العالم انذاك. فقد اسهم هذا النظام في منع المنافسة بين منتجي النفط داخل الولايات المتحدة من خلال توزيع حصص الانتاج وتحديد سعر النفط عند مستوى مرتفع. ومكن هذا الثبات في سعر النفط الاميركي وعدم وجود منافسة بين الشركات الكبرى من تثبيت اسعار النفط في العالم بالاعتماد على سعر نفط خليج المكسيك. واخيرا نذكر بأن اتفاق اكنكاري كان بين ثلاث شركات هي ستاندرد اويل اوف نيوجرسي ورويال دتش شل وبرتش بتر وليوم ولكن ما لبثت الشركات النفطية الكبرى الأخرى ان وافقت على بنود هذه الاتفاقية وتعاونت لانجاحها.

ومع انتهاء الحرب العالمية الثانية واكتمال سيطرة الحلفاء على دول الشرق الاوسط وانتهاء التهديد الالماني، استطاعت الدول الغربية تأمين المناطق النفطية لمصالحها. وبدأت بذلك مرحلة استنزاف الشركات النفطية الكبرى للاحتياطيات النفطية خارج الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي بشكل لم يسبق له مثيل في تاريخ العالم.

(ب - ٢) عصر الشركات النفطية الكبرى:

تعرضنا في الجزء السابق لتطور الصناعة النفطية وقيام الشركات النفطية الكبرى بشيء من التفصيل. وقد رأينا انه مع حلول سنة ١٩٤٠ كانت هذه الشركات قد أحكمت سيطرتها على معظم مناطق العالم المعروفة باحتياطياتها النفطية أو المحتمل وجود النفط فيها. ونستعرض فيما يلي التطورات العديدة التي تعرضت لها السوق النفطية ابتداء بالحقبة الاولى التي تميزت بوجود الشركات النفطية الكبرى والتي امتدت حتى بداية السبعينات وانتهاء بالحقبة الثانية التي بدأت سنة ١٩٧٠ والتي شهدت تطورات هامة في ملكية الموارد النفطية وسعر النفط. وتجدر الاشارة هنا الى اننا لا نعتبر سنة ١٩٦٠، التي شهدت قيام منظمة الاقطار المصدرة للنفط (اوبك) كبداية للحقبة الثانية وذلك لعدم حدوث اية تغيرات هامة في السوق النفطية انذاك بالاضافة الى ما لعبته اوبك من دور ثانوي خلال العشر سنوات الاولى من عمرها. ونذكر اخيرا بأن السرد التاريخي يمتاز

بالتركيز على اهم الحوادث فقط مع تجنب التفاصيل ، لذلك فان القارىء المهتم بالجوانب التاريخية يمكنه الرجوع الى المصادر المذكورة في نهاية الفصل للاطلاع على ما يبتغيه من تفاصيل .

امتازت الفترة حتى نهاية الستينات بهيمنة الشركات النفطية الكبرى المعروفة بالأخوات السبع على السوق النفطية بشكل شبه تام خصوصا خارج الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي . وهذه الشركات هي : ستاندرد اويل اوف نيوجرسي (اكسون حاليا) وشركة نفط تكساس (تكساكو) وستاندرد اويل أوف كاليفورنيا (سوكال وحاليا شيفرون) وموبيل وغلف من الولايات المتحدة بالاضافة الى الشركة البريطانية (برتش بترليوم) واخيرا رويال دتش شل وهي شركة هولندية انجليزية مشتركة وبالاضافة الى هذه الشركات كانت الشركة الفرنسية تعتبر احيانا الاخت الثامنة لامتلاكها نسبة صغيرة من بعض الامتيازات في العراق وايران في وقت لاحق .

ولما كانت هذه الشركات السبع تتمتع بحقوق تنقيب واسعة في المناطق المنتجة للنفط من خلال نظام الامتياز (Concession System) ، فقد تمكنت من السيطرة على اكثر من ٦٥٪ من مجمل احتياطيات العالم من النفط آنذاك واكثر من ٩٠٪ من الانتاج العالمي من النفط خارج المعسكر الاشتراكي والولايات المتحدة . ويقصد بالامتياز عقد بين شركة معينة او مجموعة من الشركات المشتركة وحكومة دولة معينة منتجة للنفط تحدد فيه مساحة المنطقة الممنوحة للتنقيب والمدة الزمنية للعقد وطبيعة المدفوعات للحكومة وصلاحيات الشركة في اتخاذ القرارات المتعلقة بالانتاج والتسعير ، وأخيرا كيفية حل المشكلات التي قد تحدث خلال فترة العقد . ونظرا لعدم تكافؤ الجانبين في معظم هذه الاتفاقيات حيث كانت الشركات تتمتع بوضع سياسي ومادي وتكنولوجي افضل من حكومات الدول المنتجة للنفط التي كانت في معظمها دولا متخلفة بسبب الظروف الاستعمارية الصعبة التي مرت بها فان مراجعة بنود هذه الاتفاقيات المنعقدة بين الشركات النفطية والدول المنتجة للنفط تبين ان نظام الامتيازات كان فعالا في تجريد الدول المعنية من جميع حقوقها في مواردها الطبيعية . فقد كان هذا النظام يعطي الشركات حق الاستفادة من مناطق

واسعـة تصـل في معظم الاحيـان الى بلدان بأكملهـا مع تحديد فترة الامتياز بمدة طويلة تصـل الى ٩٠ سنـة احيـانـا . كذلـك كانت الشركات تجرد الحكومات من سلطـاتهـا من خلال فرض شرط نظـام التحكيم الخـارجي بدلا من التحكيم في المحاكم الوطنية . ونذكر على سبيل المثال الامتياز المعطى للمهندس الاسترالي دي اركي في ايـران سنـة ١٩٠١ الـذي كان يغطي مساحة قدرها ٥٠٠ الف ميل مربع وتصـل مدتـه الى ٦٠ سنة وكذلك الامتياز المعطى لشركة نفط الكويت المكونة من غلف وبرتـش بترليوم سنة ١٩٣٤ والذي كان يغطي دولة الكويت بأكملها وتبلغ مدتـه ٧٥ سنـة . وعموما يعزى وجود نظام الامتيازات انذاك وما صاحبه من تجريد الدول النفطية من حقوقها الاساسية في مواردها الطبيعية للظروف الاستعمارية التي كانت تعيشهـا هذه الـدول والدعم السياسي لهذه الشركات من جانب الحكومات الأم بالاضافة إلى تفشي التخلف في الدول المنتجة وعدم إلمامها بالصناعة النفطية واهميتها .

هذا وان إحكـام الشـركـات النفطيـة الكبرى سيطرتها على مناطق الانتاج قد زامنـه تكـامـل هذه الشـركات رأسيا (Vertical Integration) من خلال ملكية كل من التسهيـلات الخـاصـة بعمليـات الانتاج والنقل والتصفية والتسويق بالاضافة الى تكاملها الافقي (Horizontal Integration) من خلال دخولها الجماعي في عدد كبير من الاتفاقيات مع الدول المنتجة للنفط مما جعل من الممكن لهذه الشركات ان تسيطر على جميع مراحل الصناعة النفطية .

وبذلك تمكنت الشـركـات من خلال تكاملها الأفقي من برمجة انتاجها من النفط الخام من المناطق المختلفة مما ضمن لها أقصى استفادة من خلال خلق حالة توازن دائمـة بين العـرض والطلب . كذلك فان تكاملها الرأسي كان سببا في ابقاء النفط ضمن شبكـة الشـركـات الكبرى في جميع مراحل الصناعة بحيث تصل المنتجات المكـررة الى المستهلكـين دون حاجـة لاسـواق . ان هذه المـزايا الخاصة بالشركات الكبرى جعلت من غير الضروري وجود اسواق للنفط الخام او المنتجات بل شبكة من الشركات التي تقوم بجميع العمليات الضرورية ابتداء من الانتاج وانتهاء الى

تسـويق المنتجـات . وكـما سبق وان أشرنا الى انه بهدف تعظيم ارباحها فقد لجأت الشـركـات الى التنسيق فيـما بينهـا من خلال تثبيت الاسعـار بالاضـافـة الى منع الشـركـات الجـديدة من الدخول من خلال سيطرتها على مناطق واسعة من خلال الامتيـازات مع العلم بأنهـا كانت تنقب عن النفـط في منـاطق ضيقة جدا من هذه البلدان . ونظـرا لمرور جميـع مراحـل الصنـاعـة النفطيـة خلال تلك الفـترة بتقدم تكنولوجي مستمر فان تثبيت الاسعار مع انخفاض التكاليف باستمرار كان يضمن لهذه الشركات مستوى مرتفعا من الارباح .

كانت الاسـاطيـل الامـيركيـة والبريطانية خلال الحرب العالمية الثانية تشتري المنتجـات النفطيـة من مصفـاة عبـدان بتكاليف مرتفعة جدا بسبب قيام الشركات باضـافـة التكـاليف الـوهمية المساوية لتكلفة الشحن من خليج المكسيك الى تلك النقطـة . وقـد تسبب الارتفـاع الشـديد في تكاليف المنتجات في معارضة الحكومة الـبريطـانيـة بشـدة لهذا النظام التسعيري مما جعل الشركات تقبل في سنة ١٩٤٧ بنظـام تسعـير جديـد يسمى نظـام نقطـة الأسـاس المزدوجة (Double Basing Point System) . كان يفترض هذا النظام وجود نقطتي اساس يتعادل فيهما سعر النفط . اي ان سعـر النفـط في خليـج المكسيـك يعادل سعر النفط في الخليج العربي . وتم بذلـك ازالـة تكـاليف الشحن الوهمية ولكن بقيت ارباح الشركات العاملة في دول الخليج مرتفعة بسبب ضآلة تكاليف الانتاج في الخليج العربي مقارنة بخليج المكسيك .

ومع تطبيق نظام نقطة الاساس المزدوجة اصبحت نقطة التعادل (Equalization Point) في اسعار النفط بالقرب من مالطا في البحر الابيض المتوسط . وبذلك كانت المنـاطق الـواقعة الى الغرب تفضل شراء النفط الفنزويلي . وبانتهاء الحرب العالمية الثـانيـة وبـدء خطة مارشال لاعادة تعمير اوروبا واليابان بدأت الشركات النفطية الكـبرى باعطـاء اهتـمام متـزايـد لتـوسيع اسواقها لتصريف الكميات الهائلة التي تمتلكها من النفط .

وأدت هذه الـرغبـة من الشـركات في توسيع اسواقها الى قيامها بتخفيض سعر نفط الخليج العربي لتحريك نقطة التعادل الى الغرب مما اسهم في ادخال اوروبا

ضمن نطاق الانتاج من الشرق الاوسط. هذا التحول في نقطة التعادل من مالطا الى لندن جعل من الممكن للشركات النفطية الكبرى ان تتنافس مباشرة مع الاسواق التقليدية للنفط الاميركي والفنزويلي. ومع استمرار زيادة الانتاج من الشرق الاوسط قامت الشركات بتخفيض اسعار نفط الخليج العربي مرة اخرى من خلال اعلان الساحل الشرقي للولايات المتحدة (مدينة نيويورك) نقطة التعادل لجميع النفوط واصبحت بذلك الولايات المتحدة ايضا ضمن نطاق الانتاج من الشرق الاوسط.

نشير هنا الى ان خطة مارشال اسهمت في ايجاد طلب متزايد على النفط كمصدر للطاقة بسبب التركيز على التصنيع والقدرة على منافسة الدول الاخرى في انتاج السلع. ولما كان النفط متوافرا بكميات هائلة وبتكاليف زهيدة فان معظم احتياجات اوروبا واليابان من الطاقة اصبحت تشبع باستخدام النفط بدلا من الفحم المستخدم سابقا كمصدر أساسي للطاقة. ادى هذا التحول الكبير في استخدام النفط بدلا من الفحم الى نمو الطلب على النفط بشكل كبير خلال الفترة منذ الخمسينات.

لقد شهد عقد الخمسينات تحولات عديدة في السوق النفطية اسهمت في اضعاف الشركات الكبرى. فقد قامت الدول الاوروبية واليابان بالعمل على التخلص من سيطرة الشركات الكبرى من خلال انشاء شركات وطنية حيث قامت شركة ايني الايطالية سنة ١٩٥٣ بالدخول الى السوق النفطية للحصول على حقوق التنقيب. وما لبث ان حصلت على عدة امتيازات في كل من مصر وايران وتونس وليبيا والمغرب. كما قامت الشركة الوطنية الفرنسية بالدخول الى الجزائر واكتشفت النفط سنة ١٩٥٦. وكانت هناك ايضا الشركة العربية اليابانية التي استطاعت الحصول على حقوق الامتياز في المنطقة المحايدة بين الكويت والسعودية خلال سنة ١٩٥٧. كما شهدت هذه الفترة تنامي عدد الشركات النفطية الاميركية الصغيرة المسماة بالشركات المستقلة في السوق النفطية مثل اوكسيدنتال (Occidental) وجيتي (Getty) واتلانتيك رجفيلد واشلاند (Ashland) والشركة الاميركية المستقلة (.American Independent Oil Co) (امينو اويل) التي

حصلت على امتياز في المنطقة المحايدة ايضا خلال سنة ٤٨ - ١٩٤٩ وغيرها. استطاعت هذه الشركات المستقلة اضعاف سيطرة الشركات الكبرى من خلال اكتشاف النفط في مناطق خارجة عن مناطق الانتاج التقليدية. فقد تم اكتشاف النفط في ليبيا سنة ١٩٦٨ من جانب شركة اوكسيدنتال. كما تم اكتشاف النفط في نيجيريا والغابون وعدد اخر من الدول. ومن التحولات الاخرى التي اصابت السوق النفطية نذكر دخول الاتحاد السوفياتي كبائع للنفط ابتداء من سنة ١٩٥٣ وقيام الحكومة الامريكية بفرض قيود ملزمة على استيراد النفط الى الولايات المتحدة الامريكية سنة ١٩٥٩ وذلك بهدف حماية الصناعة النفطية المحلية. وقد أجبرت هذه القيود الشركات المستقلة على البحث عن اسواق جديدة لتصريف انتاجها المتزايد. وتسببت هذه الضغوط في ازدياد حدة المنافسة بين الشركات النفطية المختلفة مما اسهم في تدهور اسعار النفط خلال تلك الفترة ابتداء من سنة ١٩٥٩.

يمكن القول بشكل عام بأن الفترة من ١٩٠٠ الى ١٩٦٠ تميزت بهدوء نسبي حيث تعرض النظام السائد في الصناعة النفطية للتحدي مرتين فقط. كان التحدي الاول في المكسيك سنة ١٩١٧ مع قيام الحكومة المكسيكية باصدار قانون يحصر ملكية الموارد الطبيعية للدولة وانتهى هذا التحدي مع قيام الحكومة المكسيكية بتأميم الشركات النفطية العاملة في اراضيها سنة ١٩٣٨. وكما سبق أن ذكرنا بأن هذا التأميم تسبب في مقاطعة الدول الغربية للنفط المكسيكي مما ادى الى تدهور الانتاج لفترة طويلة من الزمن. أما التحدي الثاني فقد كان في ايران سنة ١٩٥١ وذلك بقيادة رئيس الوزراء الايراني انذاك الدكتور محمد مصدق، حيث ادى رفض الشركة الانجليزية الفارسية بالموافقة على اعطاء الحكومة الايرانية دورا في ادارة الشركة الى تأميم ممتلكاتها. قامت الشركات النفطية حينذاك بمقاطعة النفط الايراني نظرا لتهديد الحكومة البريطانية بمحاكمة الجهات التي تتعامل مع الحكومة الايرانية. وتسببت هذه المقاطعة في تدهور الايرادات النفطية لعدم وجود مشترين للنفط، وفي المقابل استطاعت الشركات النفطية تعويض الانتاج الايراني من خلال زيادة الانتاج في الدول الاخرى. ومع اشتداد الازمة بين الحكومة

الايـرانيـة والـبر يطانية قام مصدق بطرد الشاه سنة ١٩٥٣ لمنع نقض قرار التأميم . ولكن استطـاعـت الـولايـات المتحـدة من خلال وكـالـة الاستخبـارات المـركـزية الامـيركيـة (CIA) ارجـاع الشـاه الى سدة الحكم ومن ثم اعتقـال رئيس الـوزراء الايـراني ونقض قرار التأميم . وفي سنـة ١٩٥٤ دخلت الشركات النفطية ايران مرة ثانيـة بعـد اتفـاق بريطانيا والولايات المتحدة على تشكيل هيئة (Consortium) تضم مجموعة من الشركات الاميركية بالاضافة الى الشركة الانجليزية الفارسية التي تم تعديل اسمها لتصبح برتش بترو ليوم والشركة الفرنسية . وكانت هذه التطورات في ايران سببا في فقد بريطانيا لسيطرتها على النفط الايراني التي استمرت لفترة تصل الى خمسين سنة تقريبا .

وغـالبـا ما يعـزى سبب نجـاح الشـركـات النفطيـة في استعـادة مناطق انتاجها في ايران الى سيطرتها الافقية (تكاملها الافقي) على السوق النفطية مما مكنها من تعويض الانتاج الايراني وبالتالي قدرتها على مقاطعة ايران تماما . لا شك انه في مقابل ذلك تسببت المقاطعة النفطية في معاناة الحكومة الايرانية انذاك بسبب نقص الايرادات النفطية مما عرقل خططها وادى الى استياء العاملين في القطاع النفطي مما اسرع في اسقاط الحكومة آنذاك .

وفيـما يتعلق بالمـدفـوعـات المتفق عليها تحت نظام الامتيازات فقد كانت الدول النفطية في الشرق الاوسط تحصل على رسم ثابت يساوي ٢٢ر٠ دولار للبرميل . ولكن استطـاعـت هذه الـدول تعـديل هذه المدفوعات اقتداء بما حدث في فنزويلا سنـة ١٩٤٨ عنـدمـا رفعت الحكومة الفنزويلية معدل الضريبة لتحقق المناصفة في الارباح . فقد بدأ تطبيق قاعدة المناصفة (Profit Sharing) في منطقة الشرق الأوسط مع نهايـة سنـة ١٩٥٢ بعد رفض الشركات الكبر ى في بادىء الامر، ولكن موافقة الشـركـات النفطيـة الصغيـرة (المسماة المستقلة) على هذه التعـديـلات أجبرهـا على الإذعان لهذه المطالب . كان هذا التعديل في شروط الامتياز سببا في قيام الشركات الكـبر ى باعـلان جدول الاسعـار المعلنـة(Posted Prices) لنفوط الشرق الاوسط ، حيث انهـا فضلت استخـدام هذه الاسعـار لحسـاب الكلفـة الضريبية (Tax-Paid Cost) لكـل برميـل من النفـط بدلا من الكشف عن اربـاحهـا السنوية . ومن نتائج

تطبيق مفهوم المناصفة ان ارتفعت ايرادات الدول النفطية في الشرق الاوسط الى ٨ر٠ دولار للبرميل بالاضافة الى الاتاوة (الريع Royalty) التي كانت تحسب على اساس ما نسبته ٥ر١٢٪ من السعر المعلن . ولكن بسبب الممارسات الخبيثة للشركات النفطية فانها استطاعت اجبار الدول المنتجة للنفط على اعتبار مدفوعات الاتاوة جزءا من الالتزامات الضريبية وبالتالي خسرت هذه الدول مدفوعات الاتاوة . وكانت المدفوعات الضريبية انذاك تحسب على اساس ٥٠٪ من الفرق بين السعر المعلن وتكلفة انتاج البرميل الواحد . وقد استمر هذا الوضع حتى سنة ١٩٦٤ عندما استطاعت هذه الدول اجبار الشركات على تعديل الوضع وموافقتها على دفع الاتاوة بشكل مستقل مع اعتبار هذه المدفوعات نفقة . وسنوضح في الملحق (أ) كيفية حساب ايرادات الدول المنتجة قبل وبعد اجراء هذا التعديل .

ان نجاح الشركات الكبرى في الاتفاق فيما بينها لمنع المنافسة وتحديدها لسعر النفط على اساس موحد وعند مستوى مرتفع جدا بالمقارنة مع تكاليف الانتاج بالاضافة الى التقدم التكنولوجي الذي كان يؤدي باستمرار الى انخفاض التكاليف في جميع مراحل الصناعة النفطية واخيرا النمو المستمر في الطلب على النفط مكنها من جني عوائد عالية جدا من عملياتها المختلفة . فقد بلغ العائد على الرأسمال المستثمر في هذه الشركات حوالي ٦٠٪ خلال الفترة ١٩٥٦ - ١٩٦٠ مع وجود تفاوت كبير من دولة الى اخرى . فالعائد في المملكة العربية السعودية بلغ حوالي ٥٧٪ سنة ١٩٥٧ بينما كانت النسبة في قطر حوالي ١٥٠٪ عام ١٩٥٨ . في المقابل كان العائد في فنزويلا حوالي ٢٠٪ الى ٣٠٪ خلال الفترة ١٩٥٣ - ١٩٥٧ ويعود ذلك الى سيطرة الحكومة الفنزويلية على الصناعة النفطية وتمتعها بقدر اكبر من حرية التصرف في مواردها النفطية . وبالمقارنة كان العائد خلال تلك المرحلة في الولايات المتحدة حوالي ١١٪ .

كان لتنامي الضغوط التنافسية خلال الخمسينات تأثير كبير في قدرة الشركات الكبرى على التنسيق فيما بينها ، فقد اضطرت لقبول تخفيض مستمر في سعر النفط . ولكن لعدم رغبة الشركات هذه في قبول تخفيض حاد في ارباحها فقد لجأت

الى تخفيض الاسعـار المعلنـة . ولما كان السعـر المعلن هو السعـر الـذي يتم على اساسـه حسـاب مقـدار المدفوعات الضريبية للدول المنتجة، اي ان السعر المعلن كان يحدد كلفـة الـبرميل الواحد من النفط في المناطق التي كانت تسيطر عليها هذه الـشـركـات فان تخفـيض الأسعار المعلنة كان يسهم في تخفيض هذه الكلفـة الضـريبيـة، مما يمكنهـا من منـافسـة المنتجـين الاخـرين عن طريق البيـع بأسعار متدنية. فقد كان اول تخفيض مهم في السعر المعلن لنفط الشرق الاوسط في فبراير ١٩٥٩ عنـدمـا خفضتـه الشـركـات الكبرى ليصبح ١ر٩٠ دولار/ برميل بدلا من ٢ر٠٨ دولار/ بـرميـل. أمـا التخفيض الثـاني فقد حدث في اغسطس سنة ١٩٦٠ ليصل السعر المعلن الى ١ر٨٠ دولار/ برميل، انظر جدول (١ - ١). وتسببت هذه التخفيضـات في السعـر المعلن في تدهـور مداخيـل الدول المنتجة للنفط في الشرق الأوسـط مما أدى الى تذمـرهـا الشـديـد. وقـد قدرت الخسـائر في ايرادات الدول النفطية آنذاك بحوالي ٢٧٠ مليون دولار تقريبا.

وكـان من نتـائج التخفيضات السعرية التي حدثت خلال ١٩٥٩ ان اصبحت فنـزويـلا التي كانت من الـدول النفطيـة الهـامـة آنـذاك في وضع تنافسي ضعيف بالمقارنة مع دول الشرق الاوسط. لذا فقد قامت فنزويلا باجراء مشاورات مكثفة مع الـدول الخليجيـة للوصـول الى صيغـة تحقق الاستقـرار في الأسعار والانتاج. أسفـرت هذه المشـاورات عن الاتفـاق بين دول الخليـج وفنـزويـلا على ضرورة التنسيق بين الـدول المنتجـة لضـمان مصـالحهـا. وبفضل وزيري النفط الفنزويلي والسعـودي (السيـد/ الفـونسـو والسيـد/ عبـدالله الطـريقي) فقـد تم عقـد عدة اجتـماعـات بين الـدول النفطيـة المعنيـة وهي الكـويت والسعـودية والعراق وايران وفنـزويـلا أسفـرت عن وضع وثيقة تفاهم بين هذه الدول وشكلت حجر الاساس للتعـاون بينهـا. وعندما قامت الشركات بتخفيض السعر خلال اغسطس ١٩٦٠ سارعت الـدول النفطيـة المذكورة الى ترتيب اجتماع عاجل في سبتمبر ١٩٦٠ بناء على اقـتراح من الحكـومـة العراقية آنذاك. وتم خلال هذا الاجتماع الاعلان عن قيام منظمة الاقطار المصدرة للنفط (اوبك) والتي من أهدافها المعلنة تنسيق وتوحيد سيـاسـات الـدول الاعضـاء في الامور الخاصة بالصناعة النفطية. وطالبت الدول

جدول (١ - ١) : تطور الأسعار المعلنة والرسمية للنفط العربي الخفيف (٣٤ درجة) للفترة ١٩٤٩ - ١٩٨٦ .

(دولار / برميل)

الشهر والسنة		السعر المعلن [١] (Posted Price)	السعر الرسمي [٢] (Official Price)
ابريل	١٩٤٩	١ر٨٤	-
فبراير	١٩٥٣	١ر٩٣	-
يونيو	١٩٥٧	٢ر٠٨	-
فبراير	١٩٥٩	١ر٩٠	-
اغسطس	١٩٦٠	١ر٨٠	-
فبراير	١٩٧١	٢ر١٨	-
يونيو	١٩٧١	٢ر٢٩	-
يناير	١٩٧٢	٢ر٤٨	-
يناير	١٩٧٣	٢ر٦٠	-
اكتوبر(١)	١٩٧٣	٣ر٠١	-
اكتوبر(١٦)	١٩٧٣	٥ر١٢	-
يناير	١٩٧٤	١١ر٦٥	-
نوفمبر	١٩٧٤	١١ر٢٥	١٠ر٤٦
اكتوبر	١٩٧٥	١٢ر٣٨	١١ر٥١
يناير	١٩٧٧	١٣ر٠٠	١٢ر٠٩
يناير	١٩٧٩	١٤ر٣٤	١٣ر٣٤
يونيو	١٩٧٩	١٩ر٣٦	١٨ر٠٠
نوفمبر	١٩٧٩	٢٥ر٨١	٢٤ر٠٠
يناير	١٩٨٠	٢٧ر٩٦	٢٦ر٠٠
اغسطس	١٩٨٠	٣٢ر٢٦	٣٠ر٠٠
نوفمبر	١٩٨٠	٣٤ر٤١	٣٢ر٠٠
يناير	١٩٨٢	٣٤ر٠٠	٣٤ر٠٠
يناير	١٩٨٣	٣٤ر٠٠	٣٠ر٠٠
يناير	١٩٨٤	٢٩ر٠٠	٢٨ر٠٠

المصدر : Abbas AL-Nasrawi, OPEC in a Changing World Economy, Pages 30 - 31.

ملاحظات : (١) السعر المعلن هو السعر الذي تحسب الضرائب والاتاوة على اساسه . بعد سنة ١٩٧٣ اصبح السعر المعلن يشير الى النفط العربي الخفيف (نفط الاشارة لدول الاوبك) .

(٢) السعر الرسمي لبيع النفط يمثل تكلفة برميل من نفط الاشارة على متن ناقلة نفط في ميناء رأس تنورة في السعودية .

الاعضاء خلال هذا الاجتماع الشركات ارجاع الاسعار المعلنة الى مستواها السابق والتأكيد على ضرورة عدم اجراء تعديلات مستقبلية في الاسعار المعلنة الا بعد التشاور مع الحكومات المعنية . وعلى الرغم من ان الشركات النفطية آنذاك لم تتراجع عن قراراتها بخصوص الاسعار ولم تعترف رسميا بالمنظمة كجهاز مركزي يمثل الدول الاعضاء فانها لم تجرؤ على تخفيض الاسعار المعلنة بعد ذلك التاريخ رغم التدهور المستمر في اسعار النفط المتحققة في السوق والتي وصلت الى ١٫٣٠ - ١٫٤٠ دولار/برميل .

بعد قيام منظمة الاوبك اصبحت المشاورات بين الاعضاء تتطرق لكيفية العمل على تعديل الاسعار لرفع الايرادات النفطية . وكانت برمجة الانتاج (Production Programming) لرفع الاسعار احد الخيارات ومن ضمن البدائل المطروحة . والسبب في طرح هذا الخيار هو نجاح تجربة الولايات المتحدة خلال الثلاثينات بالتحكم في أسعار النفط من خلال تحديد الانتاج . ونظرا لعدم قدرة الدول النفطية على التدخل في اتخاذ القرارات المتعلقة بالانتاج والتسعير فانها تبنت بديلا اخر يهدف الى العمل على رفع الحد الادنى للاسعار من خلال تعديل الكلفة الضريبية . وانطلاقا لتحقيق هذا الهدف اتخذت المنظمة سلسلة خطوات كانت اهمها مفاوضات تنفيق الريع (Royalty Expensing) التي بدأت في اغسطس ١٩٦٢ وانتهت في نوفمبر ١٩٦٤ . وأسفرت هذه المفاوضات عن الاتفاق على وجوب تنفيق الريع (الاتاوة) المدفوع للحكومات المنتجة اي اعتباره نفقة بدلا من اعتباره دفعة اولى نحو المدفوعات الضريبية مما يجعل مدفوعات الاتاوة تمتص تماما في ضرائب الدخل . ويوضح الملحق (أ) كيفية تحديد الكلفة الضريبية قبل وبعد اتفاق تنفيق الريع . وفي غضون هذه الفترة استطاعت الدول الأعضاء الاتفاق على الغاء حسومات التسويق المعطاة للشركات مقابل تسويق النفط والتأكيد على استخدام السعر المعلن كأساس لحساب الكلفة الضريبية في جميع الدول الأعضاء بدلا من استخدام الأسعار المتحققة (Realized Prices) التي كانت تستخدم في ليبيا والسعودية وفنزويلا .

وبشكل عام كانت انجازات الاوبك خلال الفترة ١٩٦٠ - ١٩٦٩ محدودة جدا بسبب استمرار هيمنة الشركات الكبرى على السوق النفطية . فقد استطاعت الشركات مقاومة معظم المطالب الرئيسية المتعلقة بالمشاركة في اتخاذ قرارات التسعير والانتاج في حين وافقت على اجراء التعديلات الهامشية في مواد اتفاقيات الامتياز. ولكن مع حلول سنة ١٩٦٩ كانت الشركات الكبرى قد عانت قدرا كبيرا من المنافسة من الشركات النفطية الاخرى سواء الوطنية او الأميركية المستقلة . فقد انخفضت حصة الاخوات السبع في السوق النفطية من ٩٨٫٣٪ الى ٧٦٫١٪ خلال الفترة ١٩٥٠ - ١٩٦٩ ، انظر جدول (١ - ٢)، وأسهم هذا الانخفاض الكبير في الحصة السوقية للشركات الكبرى في اضعافها وفقدان سيطرتها على السوق النفطية . وفي مقابل ذلك شهدت عضوية منظمة الاوبك تزايدا في العدد مما تسبب في رفع أهمية دول الاوبك في السوق النفطية . فقد بلغت احتياطيات دول الاوبك سنة ١٩٧٠ حوالي ٤١٢ بليون برميل اي ٦٧٫٥٪ من الاحتياطي العالمي المعروف آنذاك بينما بلغت كمية الانتاج والصادرات ٢٣٫٤ و٢٠٫٢ مليون برميل يوميا بالترتيب وذلك يعادل ٤٩٪ من الانتاج العالمي و٨٦٫٣٪ من الصادرات ، انظر الجدولين (١ - ٣) و(١ - ٤) . اما فيما يتعلق بعضوية الاوبك فقد ارتفعت الى ثلاث عشرة دولة انضمت كما يلي : الكويت والسعودية وايران والعراق وفنزويلا سنة ١٩٦٠ وقطر سنة ١٩٦١ واندونيسيا وليبيا سنة ١٩٦٢ وابوظبي سنة ١٩٦٧ والجزائر سنة ١٩٦٩ ونيجيريا سنة ١٩٧١ والاكوادور سنة ١٩٧٣ وأخيرا الغابون سنة ١٩٧٥ .

جدول (١ - ٢) : حصة الشركات النفطية الكبرى من السوق العالمية، ١٩٥٠ - ١٩٦٩.[1]

(نسب مئوية)

الشركة	١٩٥٠	١٩٥٧	١٩٦٩[2]
ستاندرد اويل اوف نيوجرسي (اكسون حاليا)	٣٠ر٤	٢٢ر٨	١٦ر٦
الشركة النفطية البريطانية (برتش بترو ليوم)	٢٦ر٣	١٤ر٤	١٦ر١
الشركة الملكية الهولندية وشل (رويال دتش / شل)	١٣ر٨	١٧ر٥	١٣ر٣
شركة نفط الخليج (غلف)	١٢ر١	١٤ر٨	٩ر٨
الشركات الأربع الكبرى	٨٢ر٦	٦٩ر٥	٥٥ر٨
الشركات السبع الكبرى	٩٨ر٣	٨٩ر٠	٧٦ر١
اخـــرون	١ر٨	١١ر١	٢٣ر٩
المجموع	١٠٠ر٠	١٠٠ر٠	١٠٠ر٠

المصـــدر: M.A. Adelman, The World Petroleum Market, Page 80 - 81, The Johns Hopkins University Press, 1972.

ملاحظات: (١) يشمل الانتاج خارج الولايات المتحدة والدول الاشتراكية.
(٢) للنصف الأول من سنة ١٩٦٩.

جدول (١ - ٣) : تطور احتياطيات النفط للدول الأعضاء في الأوبك، ١٩٦١ - ١٩٨٦م.

(بليون برميل)

الدولة	١٩٦١	١٩٧٠	١٩٧٤	١٩٨٠	١٩٨٦[٣]
الجزائر	٥ر٥	٨ر١	٧ر٧	٨ر٢	٨ر٨
الاكوادور	-[١]	٨ر٠	٢ر٥	١ر١	١ر٧
غابون	٢ر٠	٧ر٠	١ر٨	٥ر٠	٥ر٠
اندونيسيا	٩ر٥	١٠ر٠	١٥ر٠	٩ر٥	٨ر٥
ايران	٣٥ر٠	٧٠ر٠	٦٦ر٠	٥٧ر٥	٤٧ر٩
العراق	٢٦ر٥	٣٢ر٠	٣٥ر٠	٣٠ر٠	٤٤ر١
الكويت[٢]	٦٥ر٠	٨٠ر٠	٨١ر٥	٦٧ر٩	٩٢ر٥
ليبيا	٣ر٠	٢٩ر٢	٢٦ر٦	٢٣ر٠	٢١ر٣
نيجيريا	٣ر٠	٩ر٣	٢٠ر٩	١٦ر٧	١٦ر٦
قطر	٣ر٠	٤ر٣	٦ر٠	٣ر٦	٣ر٣
السعودية [٢]	٥٥ر٠	١٤١ر٤	١٧٣ر٢	١٦٨ر٠	١٧١ر٥
الامارات	-[١]	١٢ر٨	٣٣ر٩	٣٠ر٤	٣٢ر٩
فنزويلا	١٧ر٦	١٤ر٠	١٥ر٠	١٨ر٠	٢٥ر٦
مجموع الأوبك	٢٢٠ر٠	٤١٢ر٠	٤٨٥ر٠	٤٣٤ر٠	٤٧٥ر١
مجموع العالم	٣١٠ر٠	٦١١ر٠	٧١٦ر٠	٦٤٩ر٠	٧٠٠ر١
حصة الأوبك للعالم (٪)	٧١ر١	٦٧ر٥	٦٧ر٨	٦٧ر٠	٦٧ر٩

المصـــدر:
- OPEC, Annual Statistical Bulletin 1985, Page 36.
- Abbas Al-Nasrawi, OPEC in a Changing World Economy, Page 167, The Johns Hopkins University Press, U.S.A., 1985.
- American Petroleum Institute, Basic Petroleum Data Book, Vol. VI, No. 2, May 1986.

ملاحظات : (١) الاشارة (-) تدل على رقم اصغر من ٠٥ر بليون برميل نفط.
(٢) احتياطيات السعودية والكويت تشمل نصف احتياطيات المنطقة المحايدة.
(٣) ارقام سنة ١٩٨٦ تمثل البيانات حسب اول يناير ١٩٨٦.

جدول (١ - ٤) : الانتاج والصادرات من النفط في دول الأوبك، ١٩٦١ - ١٩٨٥ .

(مليون برميل / يوم)

الدولة	١٩٦١	١٩٧٠	١٩٧٤	١٩٧٨	١٩٨٠	١٩٨٢	١٩٨٥
الجزائر أ	٠ر٣	١ر٠	١ر٠	١ر٢	١ر٠	٠ر٨	٠ر٧
ص	٠ر٣	١ر٠	٠ر٩	١ر٠	٠ر٧	٠ر٦	٠ر٢
الاكوادور أ	-	-	٠ر٢	٠ر٢	٠ر٢	٠ر٢	٠ر٣
ص	- -	- -	٠ر٢	٠ر٢	٠ر٢	٠ر١	٠ر٢
غابون أ	-	٠ر١	٠ر٢	٠ر٢	٠ر٢	٠ر٢	٠ر٢
ص	-	٠ر١	٠ر٢	٠ر٢	٠ر٢	٠ر١	٠ر٢
اندونيسيا أ	٠ر٤	٠ر٩	١ر٤	١ر٦	١ر٦	١ر٣	١ر٢
ص	٠ر٢	٠ر٦	١ر٠	١ر٣	١ر٠	٠ر٩	٠ر٧
ايران أ	١ر٢	٣ر٨	٦ر٠	٥ر٢	١ر٥	٢ر٠	٢ر٢
ص	٠ر٨	٣ر٣	٥ر٤	٤ر٤	٠ر٨	١ر٦	١ر٦
العراق أ	١ر٠	١ر٥	٢ر٠	٢ر٦	٢ر٦	١ر٠	١ر٤
ص	١ر٠	١ر٥	١ر٨	٢ر٤	٢ر٥	٠ر٨	١ر١
الكويت أ	١ر٧	٣ر٠	٢ر٥	٢ر١	١ر٧	٠ر٩	٠ر٩
ص	١ر٥	٢ر٦	٢ر٢	١ر٨	١ر٣	٠ر٨	٠ر٥
ليبيا أ	-	٣ر٣	١ر٥	٢ر٠	١ر٨	١ر٢	١ر٠
ص	-	٣ر٣	١ر٥	١ر٩	١ر٧	١ر١	٠ر٩
نيجيريا أ	-	١ر١	٢ر٣	١ر٩	٢ر١	١ر٣	١ر٥
ص	-	١ر١	٢ر٢	١ر٨	٢ر٠	١ر٠	١ر٢
قطر أ	٠ر٢	٠ر٤	٠ر٥	٠ر٥	٠ر٥	٠ر٣	٠ر٣
ص	٠ر٢	٠ر٤	٠ر٥	٠ر٥	٠ر٥	٠ر٣	٠ر٣
السعودية أ	١ر٥	٣ر٨	٨ر٥	٨ر٣	٩ر٩	٦ر٨	٣ر٢
ص	١ر٢	٣ر٢	٧ر٩	٧ر٧	٩ر٢	٦ر١	٢ر٣
الامارات أ	- -	٠ر٨	١ر٧	١ر٨	١ر٧	١ر٢	١ر١
ص	- -	٠ر٨	١ر٧	١ر٨	١ر٧	١ر١	١ر٠

الدولة		١٩٦١	١٩٧٠	١٩٧٤	١٩٧٨	١٩٨٠	١٩٨٢	١٩٨٥
فنزويلا	أ	٢ر٩	٣ر٧	٣ر٠	٢ر٢	٢ر٢	١ر٩	١ر٧
	ص	٢ر٠	٢ر٤	١ر٨	١ر٢	١ر٣	١ر٥	٠ر٨
مجموع الأوبك	أ	٩ر٤	٢٣ر٤	٣٠ر٧	٢٩ر٨	٢٦ر٩	١٩ر١	١٥ر٦
	ص	٧ر٤	٢٠ر٢	٢٧ر٣	٢٦ر١	٢٢ر٩	١٤ر٣	١٠ر٨
مجموع العالم	أ	٢٢ر٣	٤٥ر٧	٥٦ر١	٦٠ر١	٥٩ر٧	٥٣ر٨	٥٣ر٥
	ص	٨ر٢	٢٣ر٤	٣١ر٣	٣١ر٣	٣٠ر٦	٢٢ر٤	٢٠ر٤
حصة الأوبك الى العالم	أ	٤١ر٩	٤٩ر٠	٥٢ر٤	٤٦ر٤	٤٢ر٩	٣٥ر٣	٢٩ر١
	ص	٩٠ر٩	٨٦ر٣	٨٧ر٠	٨٣ر٤	٧٤ر٨	٦٣ر٩	٥٣ر١

المصـــدر:
- OPEC, Annual Statistical Bulletin 1985, Pages 14,24&27.
- Abbas Al-Nasrawi, OPEC in a Changing World Economy, Page 155 - 56, The Johns Hopkins University Press, U.S.A., 1985.

ملاحظات: (١) الاشارة (-) تعني رقم اصغر من ٥٠ الف برميل/اليوم.
(٢) الاشارة (- -) تعني صفر أو لا يوجد.
(٣) الحرف (أ) يدل على الانتاج.
(٤) الحرف (ص) يدل على الصادرات.

ج - مستجدات مشكلة الطاقة خلال السبعينات

شهدت سنة ١٩٧٠ أول ارتفاع في الأسعار المعلنة للنفط الليبي بمقدار ٣٠ سنتا امريكيا منذ قيام الاوبك سنة ١٩٦٠. وقد أدى ارتفاع سعر النفط الليبي الى قيام الدول النفطية الاخرى بمطالبة الشركات العاملة في اراضيها بمنحها هذه الزيادة عملا بمفهوم المعاملة بالمثل. اما كيفية حدوث هذا التغير الرئيسي في موقف الشركات النفطية فقد كان سببه الضغوط التي تعرضت لها الشركات النفطية

العاملة في ليبيا من جانب الحكومة الليبية الجديدة التي استطاعت الوصول الى الحكم في انقلاب عسكري ضد حكم الملك ادريس السنوسي سنة ١٩٦٩ . ومع تغير القيادة في ليبيا بدأت مطالب الحكومة الليبية تأخذ صفة التهديد بتخفيض الانتاج في حالة عدم تجاوب الشركات . ونظرا لتركيز الحكومة الليبية في ضغوطها على شركة اوكسيدنتال المستقلة والصغيرة نسبيا فانها استطاعت اجبارها على الموافقة على زيادة السعر بعد ان أمرت بتخفيض الانتاج بمقدار كبير . ويمكن القول بأن قيام الحكومة الليبية بالضغط على الشركات الصغيرة في بادىء الأمر كان له الاثر الفعال في نجاح سياستها ، اما العوامل الاخرى التي ساعدت فقد كانت تتمثل بأهمية النفط الليبي وشدة الطلب عليه آنذاك لقربه من مناطق الاستهلاك في اوروبا الغربية بالاضافة الى توفر ظروف ايجابية اخرى مثل غلق قناة السويس سنة ١٩٦٧ وتفجير خطوط انابيب التابلاين في مايو ١٩٦٩ .

وكانت اهمية نجاح ليبيا آنذاك تكمن في ابراز امكانية الضغط على الشركات النفطية لتعديل الأوضاع المالية للدول المنتجة خصوصا مع وجود ظروف ايجابية في السوق بعكس الأوضاع السائدة في الخمسينات واوائل الستينات . ونظرا لتخوف الشركات النفطية من احتمال فقدان السيطرة على الاسعار المعلنة في حالة قيام محادثات فردية مع الدول المنتجة فقد قررت الموافقة على اجراء محادثات رسمية مع اعضاء منظمة الأوبك كمجموعة واحدة لتحديد الزيادة في الاسعار المعلنة ، وقد اسفر ذلك عن اجتماع طهران سنة ١٩٧١ الذي تم خلاله وضع جدول لزيادة الأسعار المعلنة في السنوات اللاحقة . وتكمن اهمية اجتماع طهران في مساهمته في خلق مفهوم المشاركة بين الدول النفطية والشركات في تحديد اسعار النفط وذلك لأول مرة في تاريخ الصناعة النفطية .

وفي الفترة اللاحقة لاجتماع طهران حدثت عدة تطورات هامة خلال سنة ١٩٧٢ وبداية ١٩٧٣ ومن أهمها مفاوضات جنيف الاولى والثانية بشأن تعديل اسعار النفط لأخذ تأثير انخفاض سعر الدولار في الاعتبار وكذلك الاجتماعات المتعلقة بموضوع المشاركة في الصناعة النفطية ، حيث كانت الشركات النفطية

العاملة في الدول المنتجة للنفط لا تزال مملوكة بالكامل للشركات النفطية الكبرى.
ويبين الشكل (١ - ١) ملكية الشركات النفطية في كل من ابوظبي والكويت والسعودية والعراق وايران في سنة ١٩٧٢.

شكل (١ - ١) : حصص الشركات النفطية الكبرى في الشركات الانتاجية المشتركة في دول الشرق الأوسط، ١٩٧٢.

الدولة	اسم الشركة المشتركة	الحصص (صفر - ١٠٠٪)
ايران	كونسورتيوم	اخرى ٥٪، الفرنسية ٦٪، سوكال ٧٪، تكساكو ٧٪، غلف ٧٪، موبيل ٧٪، اكسون ٧٪، شل ١٤٪، البريطانية ٤٠٪
العراق	نفط العراق	اخرى ٥٪، الفرنسية ٢٣ر٧٥٪، موبيل ١١ر٨٧٥٪، اكسون ١١ر٨٧٥٪، شل ٢٣ر٧٥٪، البريطانية ٢٣ر٧٥٪
السعودية	ارامكو	سوكال ٣٠٪، تكساكو ٣٠٪، موبيل ١٠٪، اكسون ٣٠٪
الكويت	نفط الكويت	غلف ٥٠٪، البريطانية ٥٠٪
أبو ظبي	الشركة البحرية	الفرنسية ٣٣ $\frac{1}{3}$٪، البريطانية ٦٦ $\frac{2}{3}$٪
أبو ظبي	نفط أبو ظبي	اخرى ٥٪، الفرنسية ٢٣ر٧٥٪، موبيل ١١ر٨٧٥٪، اكسون ١١ر٨٧٥٪، شل ٢٣ر٧٥٪، البريطانية ٢٣ر٧٥٪

المصدر : Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Page 52.

وخـلال شهـر اكتـوبر ١٩٧٣ بدأت الدول المنتجة للنفط والاعضاء في الأوبك بمطالبة الشركات النفطية برفع الاسعار المعلنة بمقدار ٣ دولارات للبرميل لتصبح الاسعـار المعلنـة ٥ دولارات / برميل وذلك لتحقيق التعادل مع الاسعار المتحققة في السـوق ولكن الشـركات رفضت وتقدمت بالمقابل باقتراح لتعديل الاسعار بمقدار ٣٠ سنتا اميركيا فقط . وفي غضون ذلك اشتعلت حرب اكتوبر بين الدول العربية والكيـان الصهيـوني مما تسبب في قيـام الـدول العربية الاعضاء في الأوبك باعلان حظـر نفطي على كل من الـولايـات المتحـدة وهـولنـدا والبرتغال لمساندتها الكلية للصهـاينـة كما اعلنت الـدول العـربيـة النفطية عن تخفيض انتاجها بمقدار ٢٠٪ تقـريبـا . قامت دول الأوبـك في هذه الاثناء بالاتفاق على رفع الاسعار المعلنة من جانبهـا لتصبـح ١٢ر٥ دولار / بـرميـل . ونظرا لما سببـه الحظر النفطي وتخفيض الانتـاج من نقص في الامـدادات النفطيـة فقـد ارتفعت اسعـار النفـط في السوق الفـوريـة بشـدة . وقـد شجـع هذا الارتفاع الشديد في الأسعار دول الأوبك على تعـديـل الأسعـار الـرسميـة مرة اخـرى لتصـل ١١ر٦٥ دولار / بـرميل في ديسمبر ١٩٧٣ ، انظر جدول (١ - ١) .

لا شك ان نجــاح الاوبــك في رفـع الاسعـار خلال سنـة ١٩٧٣ كان نتـاجـا للتحولات الهائلة التي مرت بها السوق النفطية منذ الخمسينات . فالزيادة الهائلة في استهلاك العالم (خصوصا الدول الرأسمالية) من الطاقة وبالخصوص النفط تسبب في رفـع أهميـة النفـط في اجمـالي استهـلاك الطـاقة لتصل النسبة الى ٤٦ر٥٪ سنة ١٩٧٥ ، انظـر جدول (١ - ٥) ، بالمقـارنة مع ٢٨ر٨٪ سنة ١٩٥٠ . كما ان ازدياد عدد أعضـاء الاوبـك اسهم في تركيـز مقـدار كبـير من الانتاج والصادرات العالمية داخـل منظمـة الاوبـك حيث بلغت صادرات الاوبـك حوالي ٨٧٪ من صادرات العـالم سنـة ١٩٧٤ بينـما كان الانتـاج داخل الاوبك يشكل ٥٢٪ من اجمالي انتاج العالم ، انظر جدول (١ - ٤) . وهـذا الاعتماد الكبير على النفط من جانب الدول الصناعية الرأسمالية التي كان استهلاك النفط فيها يشكل حوالي ٧١ر٦٪ من اجمالي استهلاك العالم (٣٣ر٢ مليون برميل / اليوم بالمقارنة مع ٤٦ر٤ مليون برميل / اليوم

جدول (١ - ٥) : اجمالي استهلاك الطاقة والنفط للمجموعات الدولية، ١٩٥٠ - ١٩٨٥.

(مليون برميل مكافىء نفط / يوم)

المجموعة	١٩٥٠	١٩٦٠	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
الدول الصناعية الرأسمالية:						
اجمالي استهلاك الطاقة (م ب/ي)	٢٦٫٧	٣٧٫٧	٦٥٫٥	٧٠٫٢	٧٦٫٣	٧٤٫٧
اجمالي استهلاك النفط (م ب/ي)	٨٫٣	١٥٫٥	٣٣٫٢	٣٦٫٩	٣٨٫٠	٣١٫٩
حصة النفط الى اجمالي الطاقة (٪)	٣١٫٠	٤١٫٠	٥٠٫٧	٥٢٫٧	٤٩٫٨	٤٢٫٧
الدول المخططة مركزيا:						
اجمالي استهلاك الطاقة (م ب/ي)	٧٫٨	١٨٫٨	٢٧٫٥	٣٥٫٥	٤٢٫٨	٥٢٫٠
اجمالي استهلاك النفط (م ب/ي)	١٫٢	٢٫٩	٧٫٠	١٠٫٥	١٢٫٧	١٣٫٣
حصة النفط الى اجمالي الطاقة (٪)	١٥٫٤	١٥٫٤	٢٥٫٤	٢٩٫٦	٢٩٫٧	٢٥٫٦
الدول النامية:						
اجمالي استهلاك الطاقة (م ب/ي)	٣٫١	٦٫٠	١١٫٠	١٤٫٢	١٨٫٢	٢٢٫٢
اجمالي استهلاك النفط (م ب/ي)	١٫٢	٣٫٢	٦٫٣	٨٫٣	١١٫٠	١١٫٢
حصة النفط الى اجمالي الطاقة (٪)	٣٨٫٧	٥٣٫٣	٥٧٫٣	٥٨٫٥	٦٠٫٤	٥٠٫٥
العالم:						
اجمالي استهلاك الطاقة (م ب/ي)	٣٧٫٥	٦٢٫٤	١٠٣٫٩	١١٩٫٩	١٣٨٫٣	١٤٨٫٩
اجمالي استهلاك النفط (م ب/ي)	١٠٫٨	٢١٫٦	٤٦٫٤	٥٥٫٧	٦١٫٧	٥٦٫٤
حصة النفط الى اجمالي الطاقة (٪)	٢٨٫٨	٣٤٫٦	٤٤٫٧	٤٦٫٥	٤٤٫٦	٣٧٫٩

المصـــدر:
- Abbas Al-Nasrawi, OPEC in a Changing World Economy, The Johns Hopkins University Press, Page 122.
- British Petroleum Company, BP Statistical Review of World Energy, 1986.

في العالم)، و٥٠٫٧٪ من اجمالي استهلاكها من الطاقة سنة ١٩٧٠ بالاضافة الى عدم مرونة الطلب في المدى القصير تسبب في خلق حالة من الرعب في هذه الدول وأجبرها على الدخول الى السوق الفورية لشراء احتياجاتها من النفط بأسعار

مرتفعة جدا . لقد شكل هذا الاتجاه الصعودي في اسعار النفط الحافز لبعض اعضاء الأوبك للمطالبة بزيادات اخرى في الاسعار المعلنة . ومن نتائج ارتفاع اسعار النفط ان تضاعفت ايرادات الدول المنتجة من صادراتها النفطية لتصل الى ١١٨ر٦ بليون دولار خلال سنة ١٩٧٤ مقارنة مع ٣٦ر٥ بليون دولار سنة ١٩٧٣ ، انظر جدول (١ - ٦) .

ولم تشهد السنوات ١٩٧٤ - ١٩٧٨ اية تطورات سعرية هامة في السوق النفطية عدا بعض الزيادات الطفيفة في الاسعار للتعويض عن استمرار المد

جدول (١ - ٦) : تطور الايرادات النفطية لبعض دول الأوبك ، ١٩٦٥ - ١٩٨٥ .
(بليون دولار امريكي)

الدولة	١٩٦٥	١٩٧٣	١٩٧٤	١٩٧٨	١٩٧٩	١٩٨٠	١٩٨٣	١٩٨٥
الجزائر	٠ر٤٩	١ر٥٢	٤ر٢٧	٥ر٨٦	٨ر٧٥	١٢ر٦٥	٩ر٤٧	٨ر١٨
اندونيسيا	٠ر٢٧	١ر٦١	٥ر٢١	٧ر٤٤	٨ر٨٧	١٢ر٨٥	١٣ر٤٨	٨ر٥٦
ايران	١ر١٤	٥ر٦٢	٢٠ر٩٠	٢١ر٦٨	١٩ر١٩	١٣ر٢٩	١٩ر٩٢	١٢ر٨٨
العراق	٠ر٦٦	١ر٨٣	٦ر٥١	١٠ر٨٥	٢١ر٢٩	٢٦ر١٤	٩ر٦٥	١٢ر٤٦
الكويت	٠ر٧٥	٣ر٥٢	١٠ر٣٩	٩ر٤٢	١٦ر٧٧	١٧ر٦٨	٩ر٩٥	٩ر٦٩
ليبيا	٠ر٨	٣ر٤٥	٧ر١٣	٩ر٣٠	١٤ر٩١	٢٠ر٤٥	١١ر٣٩	١٠ر٩٢
نيجيريا	٠ر١٩	٢ر٨٨	٨ر٥١	٨ر٩٣	١٦ر٠٧	٢٤ر٩٣	٩ر٩٤	١٢ر١٩
السعودية	١ر٠٧	٨ر٩٦	٣٥ر٤٨	٤٠ر٣٣	٦٢ر٨٦	١٠٨ر١٧	٤٤ر٨٥	٢٧ر٥٠
الامارات	٠ر٠٨	١ر٧٤	٦ر٣١	٨ر٦٦	١٢ر٨٦	١٩ر٣٩	١٣ر٠٢	١٢ر٤٩
فنزويلا	٢ر٢٨	٤ر٣٣	١٠ر٥٥	٨ر٧٤	١٣ر٦٣	١٨ر٢٥	١٣ر٨٤	١٠ر٣٥
الأوبك	٧ر٩٢	٣٦ر٥١	١١٨ر٥٨	١٣٤ر٨٩	٢٠٠ر٩٧	٢٨٢ر٣٤	١٦١ر٤٨	١٣١ر٥١

المصدر: - OPEC, Annual Statistical Bulletin 1985, Page 6.

التضخمي وتدهور سعر الدولار. فقد ارتفع سعر نفط الاشارة (النفط العربي الخفيف ذو كثافة ٣٤ درجة API) ليصل الى ١٤٫٣٤ دولار/برميل مع بداية يناير ١٩٧٩ علما بأن هذه الزيادة في الاسعار تمثل المحصلة النهائية لمقدار كبير من المفاوضات داخل الاوبك بين المؤيدين والمعارضين لرفع الاسعار. فالسعودية كانت تعارض باستمرار رفع الاسعار وتهدد بزيادة انتاجها لمنع اية زيادة تفرضها الدول الاخرى. وهذه المعارضة من جانب المملكة ولدرجة اقل من دولة الامارات تسببت في خلافات هامة بين اعضاء المنظمة خصوصا سنة ١٩٧٦، ولكن هذه الخلافات كانت تحسم عادة بعد مفاوضات طويلة يصل فيها الأعضاء الى اتفاق موحد حول الاسعار والفروقات (Differentials) وهي الاضافات التي تمنح لمنتجي النفوط ذات النوعية المرتفعة مقارنة مع نفط الاشارة والخصومات التي تصيب النفوط المنخفضة النوعية بالاضافة الى تعديلات السعر لتعكس الموقع الجغرافي المتميز.

ومن مميزات هذه المرحلة توسيع الدول الاعضاء لسيطرتها على مرحلة انتاج النفط من خلال اكمال سيطرتها على الشركات العاملة في اراضيها إما بالتأميم او بالمشاركة. ولقد أسهمت هذه التحولات في اتمام سيطرة حكومات الدول المنتجة على جميع القرارات المتعلقة بالصناعة النفطية ضمن حدودها الجغرافية. فعلى سبيل المثال قامت دولة الكويت بالاتفاق مع شركة نفط الكويت في يناير ١٩٧٤ بالحصول على نسبة ٦٠٪ من ملكية الشركة مع رفع هذه النسبة لتصل الى ١٠٠٪ خلال عشر سنوات. وهذه الاتفاقية التي تم تعديلها في وقت لاحق واصبحت الكويت تمتلك ١٠٠٪ من الشركات العاملة في أراضيها شكلت أساسا لعدد كبير من المفاوضات التي جرت بين الدول الاعضاء في الأوبك والشركات النفطية. ويبين جدول (١ - ٧) التطورات الهامة التي حدثت في حصص الشركات والحكومات المنتجة للنفط خلال الفترة ١٩٧٠ - ١٩٨٠. من الواضح ان سنة ١٩٧٤ شهدت ارتفاعا مثيرا في حصة الحكومات في النفط المنتج على حساب الشركات الكبرى وغيرها لتصل الى ٥٩٫٥٪ بالمقارنة مع ٨٫٣٪ سنة

جدول (١ - ٧) : حصة الحكومات والشركات النفطية في انتاج الأوبك، ١٩٧٠ - ١٩٨٠م.

السنة	اجمالي الانتاج (م ب/ي)[1]	حصة الحكومات (٪)	حصة الشركات الكبرى[2] (٪)	حصة الشركات الأجنبية الأخرى (٪)
١٩٧٠	٢٣٫٤	٢٫٣	٨١٫٨	٥١٫٩
١٩٧٢	٢٧٫١	٨٫٣	٨٠٫٠	١١٫٧
١٩٧٤	٣٠٫٧	٥٩٫٥	٣٣٫٣	٧٫٢
١٩٧٦	٣٠٫٧	٧٤٫٦	١٩٫٩	٥٫٥
١٩٧٨	٢٩٫٨	٧٥٫٥	١٨٫٨	٥٫٧
١٩٨٠	٢٦٫٩	٨٧٫٧	٧٫٣	٥٫٠

المصـــدر : - Abbas Al-Nasrawi, OPEC in a Changing World Economy, Page 168, The Johns Hopkins University Press, U.S.A., 1985.

ملاحظات : (١) م ب/ي تعني مليون برميل في اليوم.
(٢) الشـركـات الكبرى هي : اكسون، غلف، موبيل، شل، تكساكو، سوكال (شيفرون)، الفرنسية والبريطانية (برتش بتروليوم).

١٩٧٢. ولقـد انخفضت في المقـابـل حصـة الشركات الكبرى لتصل الى حوالي ٣٣٫٣٪ سنة ١٩٧٤ مقارنة مع ٨٠٪ سنة ١٩٧٢.

وردا على التطورات العديدة في السوق والصناعة النفطية وتأثيراتها السلبية في اقتصاديات الدول الصناعية الرأسمالية فقد شهدت سنة ١٩٧٤ انشاء وكالة الطاقة الـدوليـة (International Energy Agency) التي شملت الـدول الأعضـاء في منظمـة الـتعـاون الاقـتصـادي والتنميـة (Organization for Economic Cooperation and Development) ماعدا فرنسا وايسلندا وفنلندا. وكان الهدف من تلك المنظمة اقتراح استراتيجيات جماعيـة منـاسبة للتعامل مع المشاكل الاقتصادية الناتجة من ارتفاع

اسعار النفط، خصوصا فيما يتعلق بتخفيض الاعتماد على النفط بشكل عام والمستورد بشكل خاص وكذلك لحل المشكلات المتعلقة بالعجز في موازين المدفوعات وكيفية جذب الفوائض المالية المتراكمة في الدول النفطية (البترودولارات) لتسهم في تخفيف المشكلات التي واجهتها دول الوكالة. ومن اهداف منظمة الطاقة الدولية ايضا العمل على وضع خطة لبناء مخزون استراتيجي ولتقاسم امدادات النفط بين الدول الاعضاء في حالة حدوث نقص بسبب مشكلات سياسية اوغيرها لمنع حدوث ارتفاعات كبيرة في الاسعار بسبب المنافسة كما حدث سنة ١٩٧٣ . اما السياسات المتبعة في تقليل الطلب على النفط فقد اشتملت على عدة نقاط هي:

أ- تشجيع المحافظة على الطاقة من خلال رفع كفاءة الاستخدام في الاستعمالات المختلفة، والتوسع في استبدال النفط بمصادر طاقة متوافرة اوجديدة كلما كان ذلك اقتصاديا.

ب- العمل على تشجيع الانتاج من مناطق نفطية جديدة تقع خارج تأثير الاوبك مثل الاسكا ومنطقة بحر الشمال والمكسيك.

ج- القيام بتمويل نشاطات التنقيب عن النفط في عدد كبير من الدول النامية مثل مصر وماليزيا والارجنتين والهند والصين من خلال البنك الدولي وصندوق النقد الدولي.

د- العمل على تخفيض الطلب على النفط من خلال اتباع سياسات مالية ونقدية انكماشية تهدف الى ابطاء معدلات النمو الاقتصادي.

هـ- استيراد النفط من الدول المنتجة خارج الاوبك كلما أمكن مع ابقاء الاوبك مصدرا متمما.

ولقد انخفض الطلب على النفط خلال الفترة ١٩٧٤ - ١٩٧٦ بسبب السياسات الانكماشية التي اتبعتها الدول الصناعية الغربية لتقليل استهلاك النفط في اقتصادياتها ولكن الانتعاش الاقتصادي في اليابان والولايات المتحدة ابتداء من نهاية ١٩٧٦ أدى الى تزايد الطلب على النفط تدريجيا. واستطاعت دول اوروبا

الغربية في المقابل ان تستمر في تقليل استهلاكها من النفط من خلال زيادة دور مصادر الطاقة الاخرى كما استطاعت تخفيض وارداتها من خلال التوسع في انتاج النفط من دول بحر الشمال (بريطانيا والنرويج).

ومع نهاية سنة ١٩٧٨ بدأت بوادر الثورة الاسلامية في ايران مما تسبب في حالة من الترقب والحذر في السوق النفطية. ومع ازدياد حدة الثورة وقيام العاملين في الحقول النفطية بالتوقف عن العمل تلبية لنداء قائد الثورة آية الله الخميني تدهور الانتاج الايراني تدريجيا حتى توقف تماما خلال ديسمبر ١٩٧٨. ونظرا لضخامة الانتاج الايراني الذي بلغ ٦ ملايين برميل/اليوم في اوائل ١٩٧٨ فان الدول النفطية الاخرى لم تستطع تعويض مجمل الانتاج المفقود مما تسبب في حدوث نقص شديد في العرض. كان هذا التوقف في الصادرات النفطية الايرانية سببا في سيادة حالة من القلق في السوق النفطية مما ادى الى تزاحم المشترين على شراء النفط من السوق الفورية (Spot Market) لضمان احتياجاتهم بالاضافة الى زيادة المخزون تحسبا للظروف المستقبلية. ومن نتائج هذه الفوضى في السوق الفورية ان ارتفعت الاسعار بشكل كبير لتصل الى حوالي ٣٥ دولارا/برميل. وبسبب حالة الفوضى في السوق والارتفاع المستمر في الاسعار تدخلت الدول النفطية الاعضاء لتعديل السعر الرسمي لنفط الاشارة بهدف اغلاق الفجوة بين السعر الفوري والرسمي.
استمرت هذه التطورات السعرية خلال سنة ١٩٧٩ مع العلم ان الانتاج الايراني بدأ بالتدفق خلال مارس ١٩٧٩ بمعدل ٣ ملايين برميل/اليوم. ومع نهاية سنة ١٩٧٩ (نوفمبر) بلغ سعر نفط الاشارة حوالي ٢٥ر٨ دولار/برميل بالمقارنة مع ١٤ر٣٤ دولار/برميل في يناير ١٩٧٩. هذا واستمرت الزيادات في الاسعار خلال الربع الاول من سنة ١٩٨٠ ليصل سعر نفط الاشارة الى ٣٢ دولارا /برميل مع العلم ان المملكة العربية السعودية كانت تعمل جاهدة لمنع الزيادات في الاسعار من خلال رفع الانتاج السعودي الى حوالي ١٠ر٥ مليون برميل يوميا والبيع بأسعار متدنية مقارنة بالدول الاخرى.

ولم يلبث الهدوء في السوق إلا فترة قصيرة جدا بعد استقرار الاوضاع في ايران

حيث اشتعلت الحرب العراقية الايرانية في سبتمبر ١٩٨٠ . تسببت هذه الهزة الثانية في غضون فترة قصيرة جدا في ايجاد مرحلة جديدة من الفوضى في السوق النفطية. فقد تدهور الانتاج في الدولتين في المراحل الاولى من الحرب ولكن بسبب قيام المملكة العربية السعودية والدول النفطية الاخرى بزيادة انتاجها لتعويض الفاقد مع تراخي الطلب على النفط نتيجة الزيادات السعرية السابقة فان تأثير الحرب في الاسعار الرسمية كان بسيطا جدا بالمقارنة مع الفترة السابقة. حيث ارتفع سعر نفط الاشارة الى ٣٤ دولارا/برميل بعد اتفاق بين اعضاء المنظمة خلال يناير ١٩٨٢ . وفي غضون الفترة الممتدة من ١٩٨٠ الى ١٩٨٢ قامت المملكة العربية السعودية بانتاج النفط عند مستويات مرتفعة بهدف اجبار الدول الاعضاء في الاوبك للوصول الى اتفاق يهدف الى منع ارتفاع الاسعار بشكل كبير. ومرة اخرى كان من نتائج ارتفاع الاسعار خلال هذه الفترة ان ارتفعت الايرادات النفطية لدول الاوبك لتصل الى ٢٠١ بليون دولار في سنة ١٩٧٩ و٢٨٢ بليون دولار في سنة ١٩٨٠ بالمقارنة مع ١٣٤٫٩ بليون دولار في سنة ١٩٧٨ ، انظر جدول (١ - ٦).

د - مشكلة الطاقة : النتائج وردود الفعل

يتضح من السرد التاريخي لظروف السوق النفطية ان مشكلة الطاقة خلال السبعينات لم تكن بسبب تغيرات في امدادات مصادر الطاقة المختلفة بل كانت اساسا نتاجا لتحول ملكية الموارد النفطية من الشركات الكبرى وغيرها الى الدول النفطية. وتسبب هذا التحول في حقوق ملكية الموارد النفطية في تعديل اسعار النفط خلال سنة ١٩٧٣ لتعكس الأوضاع السائدة في السوق والمتمثلة بالنمو الحاد في الطلب على النفط من دول الاوبك وانخفاض العرض من الدول الاخرى المنتجة للنفط خصوصا الولايات المتحدة. اما اسباب التطورات السعرية خلال الفترة ١٩٧٨ - ١٩٨٠ فقد كانت نابعة اساسا من المشكلات السياسية التي شهدتها بعض الدول النفطية مما تسبب في انخفاض الكميات المعروضة من جهة وقيام الدول المستهلكة في ظل هذه الظروف بزيادة مشترياتها من النفط تحسبا

للطـواريء من جهـة اخـرى، وهـذه الظـروف كما سبق وأن أشـرنـا كانت السبب الأسـاسي في الارتفـاع المذهل في اسعار النفط. وقد كان من نتائج هذه التطورات السعـريـة ان حدثت تحولات مهمـة في اقتصـاديـات الـدول الصنـاعية والنامية، خصوصا فيما يتعلق بسياسات الطاقة المتبعة. نستعرض فيما يلي نتائج وردود الفعل في الدول الصناعية الغربية لمشكلة الطاقة مع الاشارة الى اننا سوف نركز على هذه الـدول نظـرا لاهميتها الكبيرة في السوق النفطية حيث شكل استهلاكها من النفط سنة ١٩٧٥ حوالي ٦٦٪ من اجمالي استهلاك العالم في حين شكلت وارداتها النفطية حوالي ٨٠٪ من اجمالي التجارة النفطية العالمية.

تمتـاز اقتصـاديـات الـدول الصنـاعيـة الغـربيـة باعتـمادها الشديد على النفط وخصـوصـا المستـورد، ويـرجـع السبب في اعتـمادها الشديد على النفط الى عدة أسباب أهمها:

١- النمو الاقتصادي القوي والمستمر في هذه الدول منذ نهاية الحرب العالمية الثانية حتى بداية عقد السبعينات.

٢- الانخفاض المستمر في السعر الحقيقي للنفط طوال الفترة ذاتها.

٣- خواص النفـط المثـاليـة كمصـدر للطـاقـة مقارنة مع المصادر الاخرى المتوافرة والمستخدمة آنذاك كالفحم.

أما الأسباب التي أدت الى زيادة الاعتماد على النفط المستورد فهي: عدم توفر امدادات نفطية محلية وانخفاض الانتاج في الولايات المتحدة في نهاية الستينات مع استمـرار النمـو في الطلب. هذه العـوامـل بالاضـافـة الى رغبة الشركات النفطية الكـبرى خلال الخمسينـات في تشجيع الطلب على النفط في العالم من خلال بيع زيت الـوقـود بأسعـار متـدنيـة جدا لكي يتسنى لها التـوسـع في انتـاج النفـط من الاحتيـاطيـات الهـائلة التي كانت تسيطـر عليهـا أدت الى التحـول الهـائـل في اقتصـاديـات الـدول الغـربيـة من اعتـمادهـا شبـه الكلي على الفحم الى النفط. وبـالنسبـة للولايـات المتحـدة التي كانت أهم الـدول المنتجة والمستهلكة للنفط في العـالم خلال الخمسينـات فقـد أدى النمـو السـريـع في الطلب على النفط بسبب التوسع في استخدام وسائل المواصلات الشخصية من جهة وتراجع الانتاج المحلي

مع نهاية عقد الستينات من جهة اخرى الى دخولها السوق النفطية لشراء حاجاتها من النفـط. ولما كان الاقتصـاد الامـيركي يتمتع بمعدل نمو اقتصادي مرتفع فقد ادت الزيادات المتتالية في الطلب على النفط الى رفع حصة الواردات النفطية الى اجمالي الاستهلاك من النفـط الى حوالي ٣٠٪ في سنـة ١٩٧٣ (بلغت الـواردات حوالي ٥ ملايين برميل يوميا آنذاك).

أما في الأجزاء الاخرى من العالم الغربي (اوروبا الغربية واليابان) فان الوضع كان مختلفا تماما، حيث ان عدم امتلاك هذه الدول لأية موارد نفطية محلية أجبرها على الاعتماد على النفـط المستـورد منذ البداية. فالنمو الاقتصادي الذي شهدته هذه الـدول بعـد الحـرب العـالمية الثانية والتركيز الكبير على تنمية الصادرات من السلع في هذه المناطق أعطى الحافز لهذه الدول للتحول نحو النفط كمصدر للطاقة لتـوفـره بتكـاليف زهيـدة مقـارنة بالفحم المنتج محليا. كان هذا الحافز الاقتصادي السبب الرئيسي في التحول نحو النفط واهمال الفحم لفترة طويلة من الزمن. ومع حلول ١٩٧٣ كانت كل من اوروبا الغربية واليابان تعتمد على النفط لسد ٦٠٪ و٧٠٪ من اجمـالي احتيـاجـاتهـا من الطاقة على التوالي بالمقارنة مع ٣١٪ و٣٦٪ في سنة ١٩٦٠ وتقريبا لا شيء في سنة ١٩٥٠.

لذلـك فان التطـورات السعـريـة سنـة ١٩٧٣ كانت بمثـابـة زلـزال لهذه الاقتصـاديـات المبنيـة على النفـط الـرخيص المستـورد من الشرق الاوسط وشمال افـريقيـا. فقد ارتفعت تكاليف واردات الدول الغربية من الوقود الى حوالي ١٣٢ بليون دولار سنة ١٩٧٥ بالمقارنة مع ٢٣٫٧ بليون دولار سنة ١٩٧٠، انظر جدول (١ - ٨).

تسببت هذه الـزيـادة الكبـيرة في تكـاليف الطاقة في تحمل الدول الغربية لعجز كبـير في موازين مدفـوعاتها وتعرض اقتصادياتها لموجة قوية من التضخم والركود في آن واحد. وللحد من التأثيرات السلبية التي نتجت عن مشكلة الطاقة فقد قامت الـدول الصنـاعيـة الغـربيـة باتباع سياسات مختلفة بهدف تخفيض اعتمادها الكبير على النفـط كما سبق وان أشـرنـا في الجزء السابق. أما سياسات الطاقة فانها كانت تتركز على الآتي:

أ- توفير الحوافز المالية لتشجيع الاقتصاد في استعمال الطاقة في مختلف القطاعات.
ب- العمل على التوسع في استخدام مصادر الطاقة الاخرى وخصوصا المتوافرة محليا كالفحم والغاز الطبيعي.
ج- تشجيع التحول نحو استغلال الطاقة النووية في انتاج الكهرباء.
د- رصد الميزانيات اللازمة لأبحاث مصادر الطاقة الجديدة مثل الطاقة الشمسية والطاقة النووية الاندماجية وتكنولوجيا استخلاص النفط من صخور السجيل وغيرها.

جدول (١ - ٨) : واردات الدول الصناعية الرأسمالية من الوقود، ١٩٧٠ - ١٩٨٤.
(بليون دولار امريكي)

الدولة	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٧٩	١٩٨٠	١٩٨١	١٩٨٢	١٩٨٣	١٩٨٤
امريكا الشمالية	٣ر٨٢	٣٠ر٤٩	٦٨ر٥٦	٨٩ر٣٥	٩٢ر٢١	٧٢ر٩٠	٦٤ر١٧	٦٧ر٧٨
- الولايات المتحدة	٣ر٠٧	٢٦ر٤٠	٦٣ر٦٧	٨٢ر٢٠	٨٤ر٢٦	٦٧ر٤٢	٦٠ر٠٠	٦٣ر٠٧
- كندا	ر٧٥	٤ر٠٩	٤ر٨٨	٧ر١٤	٧ر٩٥	٥ر٤٧	٤ر١٧	٤ر٧٠
أوروبا الغربية	١٥ر٤١	٧٣ر١٤	١٤١ر٨٦	٢٠٢ر٥٢	١٩٨ر٥٢	١٨١ر٩٢	١٥٩ر١٣	١٥٧ر٣٢
- فرنسا	٢ر٢٩	١٢ر٢٦	٢٢ر٩٥	٣٥ر٧٣	٣٤ر٦٧	٣٠ر٨٣	٢٥ر٧٥	٢٤ر٩١
- المانيا الغربية	٢ر٦٣	١٣ر١٠	٣٠ر٩٦	٤١ر٩٠	٣٩ر٨٠	٣٦ر٤٣	٣٢ر٤٠	٣١ر٢١
- ايطاليا	٢ر١٠	١٠ر٢٦	١٨ر٣٥	٢٧ر٣٤	٣٠ر٧٤	٢٧ر١٥	٢٤ر٥٤	٢٣ر١٨
- هولندا	١ر٤٦	٦ر١٤	١٣ر٣٦	١٨ر٢٥	١٧ر٢٦	١٥ر٩٩	١٥ر١٣	١٤ر١٨
- بريطانيا	٢ر٢٧	٩ر٥٣	١٢ر١٧	١٥ر٩١	١٤ر٢٨	١٢ر٨٧	١٠ر٦٦	١٣ر٦١
اليابان	٣ر٩١	٢٥ر٦٥	٤٥ر٢٩	٦٩ر٩٩	٧٢ر٥٦	٦٥ر٦٢	٥٨ر٩٢	٦٠ر٣٤
الاجمالي[1]	٢٣ر٧١	١٣٢ر٣٠	٢٦١ر٤١	٣٧٠ر٧٥	٣٧٢ر٧٥	٣٢٨ر٧٤	٢٨٩ر٧٥	٢٩٧ر٣٥

المصدر: United Nations, Statistical YearBook: 1983/84, Page 933.

ملاحظة: (١) الاجمالي يشمل جميع المناطق الأخرى في العالم الغربي الصناعي بالاضافة الى استراليا ونيوزيلندا وجنوب افريقيا والأرض المحتلة (فلسطين).

ولكن هذه الخطوات كما سبق وان أشرنا لم تحظ بقدر كبير من النجاح خلال الفترة ١٩٧٤ - ١٩٨٠ لكونها طويلة المدى، ومع ذلك استطاعت دول اوروبا الغربية تخفيض استهلاكها من النفط مع نجاح محدود في تقليل دور النفط في اجمالي استهلاك الطاقة. وعموما استطاعت الدول الغربية ان تتأقلم مع الاوضاع الجديدة في السوق النفطية التي نجمت عن الصدمة الاولى في ١٩٧٣ - ١٩٧٤. فقد تخلصت من العجز في موازين مدفوعاتها وبدأت اقتصادياتها بالنمو مرة اخرى خلال الفترة ١٩٧٥ - ١٩٧٨، ويرجع السبب في قدرتها على التصدي للظروف الجديدة الى تمتع اقتصاديات هذه الدول بالنمو المستمر لفترة زمنية طويلة. وفيما يتعلق بتأثيرات التطورات السعرية الناتجة عن الثورة الاسلامية والحرب العراقية الايرانية او ما يدعى بالصدمة النفطية الثانية، فان الدول الغربية لم تكن في وضع جيد يمكنها من الوقوف امام تلك المشكلات الاقتصادية التي واجهتها. فارتفاع تكاليف وارداتها من الوقود بمقدار ١٥٠٪ خلال الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٠ سبب متاعب كبيرة لهذه الدول ابتداء من ارتفاع معدلات البطالة بشكل كبير الى التضخم واخيرا انخفاض الناتج القومي الاجمالي في عدد كبير من هذه الدول. ولقد أعادت هذه التحولات الحياة لعدد كبير من الخطوات التي وضعت قيد التنفيذ سنة ١٩٧٤ لمجابهة الصدمة النفطية الاولى والتي كانت قد أهملت في الفترات اللاحقة.

هـ - انحسار مشكلة الطاقة: الفترة من ١٩٨٠ الى ١٩٨٦

بسبب التطورات السعرية خلال السبعينات شهد الاستهلاك العالمي من النفط انخفاضا شديدا مع بداية الثمانينات ليصل الى ٤٥ مليون برميل يوميا مقارنة مع ٦٠ مليون برميل يوميا سنة ١٩٧٩. وفي المقابل ازدادت الطاقة الانتاجية خارج الاوبك لتصل الى ٣٤٫٧ مليون برميل يوميا سنة ١٩٨٢ مقارنة مع ٢٥٫٤ مليون برميل سنة ١٩٧٤، انظر جدول (١ - ٤)، أي بزيادة ٩٫٣ مليون برميل يوميا. ونتيجة لذلك فان الطلب على نفط الاوبك تراجع بشكل خطير ليصل الانتاج

الى حدود ١٩٫١ مليـون برميـل يوميـا بعـد ان كان ٣٠٫٧ مليـون برميل يوميا سنة ١٩٧٤ . ونظـرا لاستمـرار ضعف الطلب على نفـط الاوبـك ووجود طاقة انتاجية غير مستغلة داخــل الاوبــك تقـدر بحـوالي عشـرة ملايـين برميـل قام الاعضـاء بتخفيض السعـر الـرسمي لنفـط الاشـارة خلال مارس ١٩٨٣ ليصبح ٢٩ دولارا للبرميـل بدلا من ٣٤ دولارا للبرميـل . كما تم تحديـد سقف الانتـاج (Production Ceiling) عنـد ١٧٫٥ مليـون برميـل /يوم ، انظر جدول (١ - ٩) . ولكن نظرا لعدم مرونـة الطلب على النفـط في المدى القصير واستمرار الركود الاقتصادي في الدول الصناعية الغربية لم يـؤد تخفيض السعر الى انتعاش الطلب على النفط .

ولقـد شهـد شهـر سبتمـبر ١٩٨٤ تعرض دول الاوبك لعدة ضغوط لتخفيض اسعـار النفـط وذلك بسبب قيام النرويج وبريطانيا بتخفيض اسعار نفوطها بحوالي دولار الى دولار ونصف للبرميــل . وتسببت هذه الخطــوات في تدهـور مبيعـات نيجـير يـا مما أجـبرهـا على تخفيض سعر نفطها لتحافظ على حصتها في السوق . ولكن الاوبـك سارعت للمحـافظـة على هيكـل الاسعار من خلال الاتفاق على تحديـد سقف الانتـاج عنـد ١٦ مليـون برميل يوميا مقارنة مع السقف المتفق عليه سابقا والذي كان يبلغ ١٧٫٥ مليون برميل يوميا ، انظر جدول (١ - ٩) .

هذا مع العلم ان الاستهــلاك العـالمي من النفـط بقي مستقـرا عنـد مستـوى ٤٥ مليـون برميـل يوميـا الا ان الـزيادات المستمرة في الانتاج خارج دول الاوبك اسهمت في استمــرار تراخي الطلب على نفــط الــدول الاعضــاء . ولمـا كانت السعـوديـة تعمـل كمنتـج متمم داخل الاوبك فانها اضطرت لتبني سياسة انتاجية انكماشية لموازنة الطلب مع العرض . ولقد جعلت هذه السياسة انتاج السعودية من النفط يصل الى ٢٫٥ مليون برميل يوميا خلال اغسطس ١٩٨٥ . ولقد تسبب هذا التـدهـور في الانتاج السعودي وبقدر أقل في الدول الخليجية الاخرى بسبب عدم تعـاون الـدول النفطية غير الاعضاء واستمرار بعض الدول الاعضاء بالانتاج عند مستويات اعلى من حدود الانتاج المصرح بها في انخفاض الايرادات النفطية لهذه الـدول بشكـل كبير وادى الى تعطل عدد كبير من المشاريع بالاضافة الى حدوث

جدول (١ - ٩) : حصص الانتاج المتفق عليها في الأوبك .
(الف برميل / يوم)

الدولـة	حصص الانتاج (Production Quotas) مارس ١٩٨٣	اكتوبر ١٩٨٤	الانتاج الفعلي ١٩٨٥ (Actual Production)
الجزائر	٧٢٥	٦٦٣	٦٧٢
الاكوادور	٢٠٠	١٨٣	٢٨١
غابون	١٥٠	١٣٧	١٧٢
اندونيسيا	١٣٠٠	١١٨٩	١١٧٨
ايران	٢٤٠٠	٢٣٠٠	٢١٩٢
العراق	١٢٠٠	١٢٠٠	١٤٠٤
الكويت[١]	١٠٥٠	٩٠٠	٩٣٦
ليبيا	١١٠٠	٩٩٠	١٠٢٤
نيجيريا	١٣٠٠	١٣٠٠	١٤٩١
قطر	٣٠٠	٢٨٠	٢٩٠
السعودية[١]	٥٠٠٠	٤٣٥٣	٣١٧٥
الامارات	١١٠٠	٩٥٠	١٠٥٧
فنزويلا	١٦٧٥	١٥٥٥	١٦٨١
المجموع	١٧٥٠٠	١٦٠٠٠	١٥٥٥٤

المصـــدر: OPEC, Annual Statistical Bulletin, 1985,

- Petroleum Economist, December 1984.

- Oil and Gas Journal, November 5, 1984.

ملاحظة: (١) تشمل نصف الانتاج من المنطقة المحايدة.

عجز في ميزانياتها.

وفي نهايـة سنـة ١٩٨٥ بدأت الدول الاعضاء بمحاولة جادة لاقناع الدول غير الاعضـاء بالتعـاون والاسهام في المحافظة على استقرار الاسعار من خلال تخفيض معـدلات انتـاجهـا بنسب معينـة لكي تستطيـع الاوبك المحافظة على حصتها في

السوق وبالتالي المحافظة على هيكل الاسعار. ولكن فشل هذه المحاولات بسبب رفض النرويج وبريطانيا التعاون مع دول الاوبك أغضب الدول الخليجية التي كانت تتحمل الجزء الاكبر من العبء. لذلك فان السوق النفطية شهدت تغيرا جذريا في موقف المملكة العربية السعودية خلال نوفمبر ١٩٨٥، فقد قامت بزيادة مبيعاتها النفطية لتصل الى ٤٫٥ مليون برميل يوميا عن طريق تطبيق نمط التسعير الارجاعي (Net - Back Pricing) على حوالي ٢٫٥ مليون برميل من انتاجها اليومي. وفي غضون ذلك أعلنت الحكومة السعودية رفضها القيام بدور المنتج المتمم (Swing Producer) واصرارها على انتاج الكمية المتاحة لها تحت سقف الانتاج المتفق عليه وهو ٤٫٥ مليون برميل يوميا، كذلك حثت المملكة العربية السعودية اعضاء المنظمة على اتباع سياسة جديدة تعتمد على المحافظة على حصة المنظمة في السوق بدلا من الحفاظ على هيكل الاسعار.

أدت هذه التغيرات المفاجئة في السياسة الانتاجية للسعودية وزيادة الانتاج النفطي الى تدهور اسعار النفط بحدة في السوق الفورية. فقد بلغت الاسعار خلال يوليو ١٩٨٦ مستويات متدنية جدا (١٠ - ١٤ دولارا للبرميل) لم يسبق لها مثيل منذ سنة ١٩٧٣. واستمر هذا الوضع حتى اجتماع المنظمة في اغسطس ١٩٨٦ عندما استطاعت دول الاوبك ان تتفق فيما بينها على تحديد سقف الانتاج عند المستوى المتفق عليه خلال سنة ١٩٨٣ (حوالي ١٧٫٥ مليون برميل يوميا) وعندئذ ارتفع سعر النفط الى حوالي ١٤٫٥ دولارا للبرميل في السوق الفورية في حين اعلنت الدول الاعضاء عن تبني سعر جديد لنفط الاشارة يعادل ١٨ دولارا للبرميل.

وأخيرا يمكن القول بأنه خلال الفترة ابتداء من سنة ١٩٨١ ونتيجة لتنامي الفائض في السوق النفطية وبدء تراجع الاسعار تدريجيا أخذت أهمية مشكلة الطاقة بالانحسار. فقد استبدلت حالة الاحساس بعدم الثقة بتوفر الامدادات النفطية الى الثقة الزائدة باستمرار الفائض النفطي لفترة طويلة من الزمن في المستقبل. هذا التحول في أوضاع السوق من عجز في الامدادات النفطية وارتفاع

مستمـر في الأسعـار الى تنـامي الفائض وانخفاض في الأسعار قد أجبر العديد من الـدول على مراجعـة خططهـا بشأن المشـروعـات المقترحة لانتاج بدائل للنفط. كذلـك فان هذه التطـورات قد اسهمت في ابطـاء عمليـة التحـول من النفط الى مصادر الطاقة الاخرى المتوافرة كالغاز الطبيعي والفحم والطاقة النووية.

* * * * * * * * * *

ملحق (أ) : توضيح كيفية حساب ايراد البرميل للدول المنتجة للنفط قبل وبعد قرار تنفيق الريع

قبل قرار تنفيق الريع كانت مدفوعات الريع (التي تحسب على اساس ١٢٫٥٪ السعر المعلن) تمتص نهائيا في المدفوعات الضريبية . اي ان ايراد الدول المنتجة للنفط في الشرق الاوسط من البرميل الواحد كان يتحدد على أساس المدفوعات الضريبية التي تعادل ٥٠٪ من السعر المعلن بعد خصم تكاليف الانتاج .

أما بعد قرار تنفيق الريع فقد أصبحت مدفوعات الريع تعامل على انها نفقة وبالتالي اصبحت مستقلة عن المدفوعات الضريبية . وبذلك أصبح ايراد البرميل يعادل مجموع مدفوعات الريع والمدفوعات الضريبية . ويوضح المثال التالي كيفية حساب ايراد البرميل للدول المنتجة قبل وبعد قرار تنفيق الريع .

مثال : قبل تنفيق الريع :

السعر المعلن = ١٫٨٠ دولار/برميل

تكلفة الانتاج = ٠٫٢٠ دولار/برميل

الايراد الصافي من البرميل = ١٫٨٠ - ٠٫٢٠ = ١٫٦٠ دولار/برميل

المدفوعات الضريبية = ٥٠٪ (١٫٦٠) = ٠٫٨٠ دولار/برميل

مدفوعات الريع = ١٢٫٥٪ (١٫٨٠) = ٠٫٢٢٥ دولار/برميل

ايراد الدول المنتجة = ٠٫٨٠ دولار للبرميل .

بعد تنفيق الريع :

مدفوعات الريع = ١٢٫٥٪ (١٫٨٠) = ٠٫٢٢٥ دولار/برميل

الايراد الصافي = ١٫٨٠ - ٠٫٢٠ - ٠٫٢٢٥ = ١٫٣٧٥ دولار/برميل

المدفوعات الضريبية = ٥٠٪ (١٫٣٧٥) = ٠٫٦٨٧٥ دولار/برميل

ايراد الدول المنتجة = ٠٫٦٨٧٥ + ٠٫٢٢٥ = ٠٫٩١٢٥ دولار/برميل

مراجع الفصل الأول

- Mohammed E. Ahrari , OPEC : The Failing Giant, The University Press of Kentucky, U.S.A., 1986.
- Abbas Al-Nasrawi , OPEC in a Changing World Economy, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, U.S.A., 1985.
- M.A. Adelman, The World Petroleum Market, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, U.S.A., 1972.
- Zuhayr Mikdashi, The Community of Oil Exporting Countries, Cornell University Press, Ithaca, New York, 1972.
- Ali D. Johany, The Myth of the OPEC Cartel : The Role of Saudi Arabia, John Wiley & Sons, New York, 1980.
- Fuad Rouhani, A History of OPEC, Praeger Publishers, New York, 1971.
- Ian Seymour, OPEC: Instrument of Change, Macmillan & Co., London, 1980.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.

- ايان سيمور ، **الاوبك : اداة تغيير**، ترجمة د. عبدالوهاب الامين، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول ، الكويت ١٩٨٣ .
- اليساندرو رونكاليا، **سوق النفط الدولية**، ترجمة د. عباس المجرن، دار الوطن للصحافة والطباعة والنشر، الكويت ١٩٨٧ .
- نواف نايف اسماعيل، **تحديد اسعار النفط العربي الخام في السوق العالمية**، دار الرشيد للنشر، العراق ١٩٨١ .
- فاضل الجلبي، **التطورات الاساسية لهيكل صناعة النفط العالمية**، في دراسات مختارة في الصناعة النفطية، **منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول**، الكويت ١٩٧٩ .
- حسين عبدالله، **اقتصاديات البترول**، دار النهضة العربية، القاهرة ١٩٨٦ .

الفصل الثاني
لمحة عن الطاقة

(A Preview of Energy)

أ- تمهيد .

ب- ماهية الطاقة :

(ب - ١) تعريف الطاقة وأصنافها في الطبيعة .

(ب - ٢) قوانين الطاقة .

(ب - ٣) مقارنة اصناف الطاقة .

(ب - ٤) مراتب الطاقة .

(ب - ٥) مفهوم معامل التحويل .

ج- البعد الزمني للقرارات المتعلقة بالطاقة :

(ج -١) البعد الزمني الاقتصادي .

(ج - ٢) البعد الزمني التكنولوجي .

(ج - ٣) البعد الزمني البيئي .

د- تطور استهلاك مصادر الطاقة .

هـ- استهلاك العالم من الطاقة الأولية .

و- انتاج العالم من الطاقة الأولية .

- المراجع .

أ - تمهيـــد

منذ بدء الحياة على وجه الأرض كان الانسان بحاجة الى الطاقة للقيام بأعباء حياته اليومية. كان المصدر الاساسي للطاقة في ذلك الحين هو الغذاء الذي يتناوله الفرد. وقد استمرت هذه الحالة لفترة طويلة من تاريخ الانسانية حتى تم اكتشاف النار. اسهم هذا الاكتشاف في تطوير حياة الانسان البدائي من خلال توفير مصدر جديد للطاقة. حيث تم استخدام الطاقة الحرارية المنبعثة من النار في طهي الطعام مما أدى الى زيادة انواع الأطعمة المتوافرة بالاضافة الى مساعدته في تصنيع بعض الادوات البدائية التي استخدمها في أداء اعماله. هذا وقد استمر استخدام الطاقة الحرارية المنبعثة من حرق الأخشاب لفترة طويلة من الزمن حتى بعد اكتشاف الفحم وبدء استخدامه في اوروبا في القرن الثاني عشر. وهناك في الوقت الحالي عدد كبير من الدول التي ما تزال تعتمد على الأخشاب في استيفاء جزء من متطلباتها من الطاقة خصوصا في آسيا وافريقيا واميركا الجنوبية. أما مصادر الطاقة الاخرى التي عرفها الانسان خلال القرون الماضية فهي الطاقة المائية والهوائية التي استغلت في ادارة الطواحين ولكن نظرا لمحدوديتها وموسميتها فان استخداماتها لم تنتشر إلا بشكل محدود. وفيما يختص بالاختراعات التي أسرعت في معدلات استهلاك الطاقة فنذكر منها الآلات البخارية التي اخترعها توماس سافري وجيمس وات في القرن الثامن عشر وآلات الاحتراق الداخلي التي اخترعها نكولاس اوتو في القرن التاسع عشر. تسببت هذه الاختراعات في تغيرات هامة في أنماط الحياة في الدول الاوروبية واسهمت في بدء الثورة الصناعية في تلك المناطق واستمرارها.

عموما، يحتاج الانسان في حياته العادية الى حوالي ٨ آلاف وحدة حرارية بريطانية (British Thermal Unit) يوميا من الطاقة المختزنة في الغذاء مع كمية اكبر للأفراد الذين يمارسون الاعمال الشاقة. ولكن استهلاك الفرد من الطاقة في العالم حاليا يتفاوت بشدة من منطقة الى اخرى ومن دولة الى اخرى تبعا للظروف

الاقتصـاديـة والتكنولوجية التي مرت بها خلال تاريخها الحديث. فعلى سبيل المثال
يصل استهلاك الفرد من الطاقة في الولايات المتحدة حوالي مليون وحدة حرارية بريطانية في حين
يصل استهلاك الفرد في بعض الدول النامية كالهند حوالي ١٣ الف وحدة حرارية بريطانية. وتدل مراجعة التاريخ ان هذا التفاوت في معدلات استهلاك الطاقة كان بسبب الثورة الصناعية في الدول الغربية في القرون السابقة مما تسبب في اختلاف معدلات الاستهلاك من الطاقة للفرد بين دول العالم. ونتيجة لهذه الاختلافات في الاستهـلاك نجـد ان الولايات المتحدة تستهلك في الوقت الحاضر حوالي ٣٠٪ من اجمالي استهلاك العالم من الطاقة مع العلم ان عدد سكانها لا يتعدى ٥٪ من اجمالي سكان العالم، وبالمقارنة تستهلك الصين والهند معا ما نسبته حوالي ١٠٪ من اجمالي استهـلاك العـالم من الطـاقة التجارية مع العلم ان مجموع سكانها يعادل ٣٩٪ من اجمالي سكان العالم.

وبـالاضـافة الى عدم تناسب معدلات استهلاك الطاقة في مختلف انحاء العالم هنـاك مشكلة اخـرى وهي عدم تناسب التوزيع الجغرافي لمصادر الطاقة المختلفة. حيث تمتلك بعض المنـاطق ذات الكثـافـة السكـانيـة المنخفضة كميات هائلة من مصادر الطاقة في حين تفتقر مناطق اخرى كثيفة السكان الى هذه المصادر الحيوية. وبـالطبـع يمكن القـول هنـا أن هذا الـوضـع هو نتيجـة لميل السكان للتحرك تبعا للظـروف المنـاخيـة السـائـدة وخصـوبة الارض تاريخيا في حين يعود توزيع مصادر الطـاقـة في العـالم في معظمـه الى محض الصـدفة. وسنستعرض في الفصل الثالث مصـادر الطـاقـة وتوزيعها الجغرافي بالتفصيل، بينما يتطرق هذا الفصل الى مفهوم الطـاقـة وابعـادهـا اولا ومن ثم نتتبع تطور الاستهلاك العالمي من الطاقة بأصنافها بالاضافة الى نبذة مختصرة عن مصادر الطاقة وتطور استخدامها تاريخيا.

ب - ماهية الطاقة

نبـدأ هذا الجـزء بتعـريف الطـاقـة والتعـرف على اصنافها ومن ثم نتطرق الى القوانين الطبيعية التي تحكم سلوك الطاقة وبالتالي تحدد مراتبها واخيرا نلقي الضوء على مفهوم معامل التحويل وأهميته.

(ب - ١) تعريف الطاقة وأصنافها في الطبيعة :

ليست الطـاقـة سلعـة ماديـة بل هي مفهوم مجرد يستخدم لتفسير عدد كبير من الظواهر في الطبيعة، ولكن الطاقة كمية تتبع قوانين طبيعية (Natural Laws) في مجال الـديـناميكـا الحـرارية (Thermodynamics) . وتعرف الطاقة بشكل عام بأنها مقدرة نظـام ما على انتـاج فاعليـة أو نشـاط خارجي . وغني عن الـذكر ان هذا التعريف شامل لجميع أصناف الطاقة الموجودة في الطبيعة . اما أصناف الطاقة فهي عديدة، نذكر منها الآتي :

١- الطاقة الحرارية (Thermal Energy) المنبعثة من الشمس.

٢- الطاقة الميكانيكية (Mechanical Energy) المختزنة في الرياح (طـاقـة حركيـة Kinetic Energy) والميـاه خلف السـدود (طـاقـة كامنـة Potential Energy).

٣- الطاقة الكيماوية (Chemical Energy) المختزنة في بعض المواد كالغذاء والنفط.

٤- الطاقة الفيزيائية (Physical Energy) المختزنة في ذرات المعادن.

٥- الطاقة الكهربائية (Electrical Energy) .

وعادة ما يتم تصنيف هذه الانواع المختلفة من الطاقة الى صنفين أساسيين حسب وجودها في الطبيعة.

الـصـنف الأول: طاقة أولية (Primary Energy) - وهي الطاقة الموجودة بشكل طبيعي مثـل الطـاقـة الضوئية والحرارية المنبعثة من الشمس والطاقة الميكانيكية من عملية المـد والجـزر والطاقة الكيماوية المختزنة في جزيئات الوقود الاحفوري كالنفط والغاز الطبيعي والفحم وأخيرا نذكر الطاقة الفيزيائية الكامنة في ذرات المعادن.

الصنف الثـاني : طاقـة ثانـويـة (Secondary Energy) – هذا الصنف من الطـاقة لا يوجد في الطبيعة تلقائيا بل مصدره الطاقات الاولية التي سبق ذكرها . فمثلا الطاقة الكهـربـائية الناتجة من استغلال الطاقة الشمسية (الضوئية او الحرارية) تعتبر طاقة ثانـويـة . كما ان الطـاقـة الحـراريـة النـاتجـة من حرق الانـواع المختلفة من الوقود الاحفوري تعتبر طاقة ثانوية ناتجة من الطاقة الاولية المختزنة في هذه المصادر على شكل طاقة كيماوية .

ومن الجدير بالذكر ان هناك عدة طرق لتصنيف انواع الطاقة المختلفة بالاضافة الى اولية وثانوية ، حيث يمكن استخدام تصنيف آخر حسب طبيعة الطاقة ككونها طاقة حركية او كامنة حيث تمثل الاولى الطاقة الميكانيكية في الرياح والثانية الطاقة الفيزيائية في ذرات المعادن . وهناك كذلك تصنيف آخر على اساس طبيعة المصدر ككونها ناضبة (Exhaustible) أو متجددة (Renewable) . ونستخدم في الفصل الثالث التصنيف الأخير عند الحديث عن مصـادر الطـاقة . وأخيرا يمكن تقسيم انواع الطـاقـة تبعـا لمدى انتشـار استخداماتها التجارية . وهنا نقسم أصناف الطاقة الى تجاريـة وتقليـديـة ومستقبليـة . ويشمل الصنف الاول الانواع المستخدمة في العالم بشكل تجاري في الوقت الحالي ، في حين تشير الطاقة التقليدية الى تلك الاصناف التي تعتمـد عليهـا القطـاعـات المتخلفـة من الدول النامية . واخيرا تشير المصادر المستقبلية الى الاصناف التي يجري العمل على تطويرها للاستخدامات المستقبلية بعد ثبات جدواها التكنولوجية والاقتصادية .

(ب – ٢) قوانين الطاقة :

سبق أن أشـرنـا الى ان الطـاقـة تتبـع قوانـين طبيعيـة . وتنبع هذه القوانين من الملاحظات والتجارب.وهناك قانونان رئيسيان في مجال الديناميكا الحرارية هما :

القانـــون الأول (The First Law of Thermodynamics) – الطاقة لا تفنى ولا تخلق من العـدم . ويقصـد من هذا القـانـون ان مجموع الطاقة المتوافرة في نظام معين مغلق ثابتة وان ما يحدث عند استخدام الطاقة هو تحولها من صنف الى اخر . ويؤكد هذا القـانـون على تكـافؤ الاصنـاف المختلفة من الطاقة وامكانية التحويل من صنف

الى اخر. فالطاقة الكيماوية المختزنة في مقدار معين من الفحم يمكن تحويلها الى طاقة حرارية اوميكانيكية اوكهربائية مع بقاء الناتج النهائي من اصناف الطاقة المنتجة مساويا لمقدار الطاقة الاولية.

القانون الثاني (The Second Law of Thermodynamics) – تختلف اصناف الطاقة من حيث امكانية تحويلها من صنف الى آخر. أي ان كل عملية تحويل للطاقة تؤدي الى انخفاض في مقدار الطاقة المفيدة المتوافرة للاستخدامات المستقبلية. ويشدد هذا القانون على وجود اتجاه معين في معظم عمليات التحويل مما يعني ان الاصناف المختلفة من الطاقة تختلف فيما بينها من حيث قدرتها على التحول في اتجاه معين. فعلى سبيل المثال، من السهل تحويل مقدار معين من الطاقة الميكانيكية الى طاقة حرارية ولكن العكس يتطلب مقادير اضافية من الطاقة. أي انه لا يمكن استخدام كمية الطاقة الحرارية المنبعثة من الطاقة الميكانيكية في انتاج كمية مساوية للكمية الأولية من الطاقة الميكانيكية المبذولة مع العلم ان مقدار الطاقة في كلتا الحالتين متساو طبقا للقانون الاول.

(ب – ٣) مقارنة اصناف الطاقة :

نظرا لوجود أنواع مختلفة من الطاقة في الطبيعة فان هناك وحدات قياس لكل نوع. فمثلا هناك وحدة الارغ (Erg) أو الجول (Joule) لقياس الطاقة الميكانيكية. والارغ يساوي قوة سقوط جرام واحد من الماء المقطر من ارتفاع سنتيمتر واحد في حين يعادل الجول ٧١٠ ارغ. وهناك ايضا وحدات لقياس الطاقة الحرارية مثل الكالوري Calorie (وحده قياس فرنسية) وهي تعادل مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء المقطر درجة مئوية واحدة تحت الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر. وهناك ايضا وحدة قياس الطاقة الحرارية البريطانية وتسمى وحدة حرارية بريطانية أو: ب.ت.يو (BTU) وتعادل هذه الوحدة مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل انجليزي من الماء المقطر درجة فهرنهايتية واحدة تحت الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر. من الواضح ان وحدة ب.ت.يو تعادل ٢٥٠ وحدة كالوري تقريبا. اما الطاقة الكهربائية فتقاس بوحدات

واط/ساعة او كيلو واط / ساعة (KWH) وهي تعادل الف واط - ساعة.

ولما كان القانون الأول يؤكد على تكافؤ الاصناف المختلفة من الطاقة فان ذلك يعني انه من الممكن تحويل وحدات قياس أي مصدر الى اخر من خلال مقارنة وحساب الكمية المكافئة من الطاقة. على هذا الاساس استطاع العلماء تقدير العلاقات المختلفة الموجودة بين وحدات قياس اصناف الطاقة المختلفة وهي موضحة في جدول (٢ - ١) لبعض هذه الوحدات. ويحتوي الفصل الثالث على جداول اضافية للتحويل بين اصناف الطاقة المختلفة بالاضافة الى تحويل وحدات الحجم والوزن.

جدول (٢ - ١) : تكافؤ وحدات الطاقة.[١]

الوحدات[٢]	ب ت يو	كيلوكالوري	قدم - رطل	كيلووات - ساعة	مليون جول
ب ت يو	١	٠ر٢٥	٧٨٠	٠ر٠٠٠٢٩	١ر٠٥ × $(١٠)^{-٣}$
كيلوكالوري	٤	١	٣١٠٠	٠ر٠٠١٢	٤ر١٨ × $(١٠)^{-٣}$
قدم - رطل [٣]	٠ر٠٠١٣	٠ر٠٠٠٣٢	١	٣ر٨ × $(١٠)^{-٧}$	١٫٣٥ × $(١٠)^{-٦}$
كيلووات - ساعة	٣٤٠٠	٨٦٠	٢ر٧ × $(١٠)^{٦}$	١	٢ر٦٥
مليون جول[٤]	٩٤٨	٢٣٩	٧ر٤ × $(١٠)^{٥}$	٠ر٣٧	١

المصدر: Energy, Economics, and The Environment, R. Mills and A. Toke, Page 48, Prentice - Hall Inc., 1985.

ملاحظات (١) يقرأ الجدول كالآتي: واحد ب ت يو يكافىء ٢٥ر كيلو كالوري أو ٧٨٠ قدم - رطل.

(٢) أن وحدات ب ت يو وقدم - رطل هي وحدات بريطانية للطاقة الحرارية والميكانيكية بينما وحدات الكيلوكالوري وجول وكيلووات - ساعة هي وحدات فرنسية (النظام المتري) للطاقة الحرارية، الطاقة الميكانيكية والطاقة الكهربائية على التوالي.

(٣) المقصود بوحدة قدم - رطل هو مقدار الطاقة الميكانيكية اللازمة لرفع رطل من الماء لارتفاع قدم واحد.

(٤) تمثل وحدة جول مقدار الطاقة الميكانيكية المبذولة عند استخدام قوة تعادل وحدة نيوتن على جسم لمسافة متر واحد (أي ان جول = نيوتن - متر). مع العلم ان وحدة نيوتن تعادل حوالي ٠ر٢٢٥ رطل قوة.

(ب - ٤) مراتب الطاقة :

ان قانـون الـديناميكا الحرارية الثاني يقسم اصناف الطاقة الى مراتب مختلفة. فالأصناف ذات الصفات الجيدة (لكـونها سهلة النقل والاستخدام والتحويل) تسمى مصادر عالية الرتبة (High Grade) في حين تعتبر الانواع الاخرى اما متوسطة (Medium Grade) او منخفضة الرتبة (Low Grade). فالكهرباء مثلا تعتبر من مصادر الطاقة العالية الرتبة جدا بسبب خواصها الفريدة بينما تعتبر الطاقة الحرارية منخفضة الرتبة لصعوبة التعامل معها والاستفادة منها.

ويوجد في الطبيعة عدد محدود من مصادر الطاقة الجيدة (ذات رتبة عالية)، لذلك فان هناك دائما حاجة ماسة لايجاد هذه الاصناف عن طريق استخدام الاصناف المتوسطة والمنخفضة الرتبة. وتكمن هنا المشكلة، حيث ان عملية رفع رتبة مصدر معين من الطاقة تؤدي الى ضياع جزء كبير من المحتوى الطاقي المخزون فيه. ولحساب مقدار الفاقد (Energy Loss) او لمعرفة كفاءة عملية التحويل (Efficiency of Conversion) من مصدر الى اخر يستخدم مفهوم معامل التحويل (Conversion Coeffient).

(ب - ٥) مفهوم معامل التحويل :

استنادا الى القانون الثاني والحديث عن مراتب الطاقة نستنتج انه ليس من الممكن تحويل مصدر طاقة الى آخر دون ضياع مقدار معين من المحتوى الطاقي على شكل طاقة غير مفيدة. وتختلف هذه الكمية المفقودة من عملية الى اخرى ومن مصدر الى آخر. ولمقارنة مقدار الفاقد في العمليات المختلفة نستخدم مفهوم معامل التحويل. ويتم ذلك من خلال مقارنة مقدار الطاقة المستخدمة مع مقدار الطاقة الناتجة لكل عملية تحويل. ولتسهيل عملية المقارنة فانها توضع على شكل نسبة مئوية كالاتي :

$$\text{معامل التحويل } (\%) = \frac{\text{الطاقة الناتجة}}{\text{الطاقة المستخدمة}} \times ١٠٠$$

من الواضح ان معامل التحويل يعكس مدى كفاءة عملية التحويل بين اصناف الطاقة المختلفة. فالعمليات المرتفعة الكفاءة تتميز بارتفاع معامل التحويل في حين يكون المعامل منخفضا في العمليات التي يرتفع فيها الفاقد من الطاقة. وعموما، يكون المعامل اقل من الحد الاقصى وهو ١٠٠٪ بسبب القانون الثاني. والمقصود من معامل تحويل يساوي ١٠٠٪ ان النظام تام الكفاءة، اي انه من الممكن تحويل الطاقة فيه من صنف الى آخر دون فاقد. أما في حالة فقدان الطاقة بشكل تام فان معامل التحويل يكون صفرا.

ولحساب معامل التحويل لنظام معين يحوى اكثر من عملية تحويل، فان معامل التحويل النهائي هو حاصل ضرب معاملات التحويل لكل مرحلة. فمعامل التحويل لنظام يتكون من ثلاث مراحل يحسب كالآتي:

معامل التحويل النهائي = م ح (١) × م ح (٢) × م ح (٣)

حيث ان م ح (٠) تشير الى معامل التحويل في كل مرحلة بشكل مستقل.

عموما، كلما ازدادت مراحل التحويل قلت كفاءة التحويل، اي أن معامل التحويل يكون منخفضا. فمثلا، تمتاز عملية تحويل الطاقة الميكانيكية المختزنة في الماء في أعلى السد الى طاقة كهربائية بارتفاع معامل التحويل فيها (حوالي ٨٠٪) نظرا لوجود مرحلة تحويل واحدة فقط. وفي المقابل يصل معامل التحويل في عملية تحويل الوقود الاحفوري الى كهرباء الى حوالي ٤٠٪ بسبب الحاجة لعدة مراحل في عملية التحويل. اما في حالة تحويل الطاقة الكيماوية الى ميكانيكية كما هي الحال في آلات الاحتراق الداخلي (السيارات) فان معامل التحويل ينخفض الى ٢٥٪ بينما تتفاوت النسبة للشاحنات ذات آلات الديزل بين ٢٥٪ و٤٠٪ تبعا لظروف القيادة والحمولة. واخيرا بالنسبة لتحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية فان معامل التحويل منخفض جدا (٥٪) في حالة استخدام الأنوار العادية في حين يرتفع معامل التحويل ليصل الى ٢٠٪ في حالة استخدام انوار الفلورسنت.

حديثا، وبعد تنامي الاهتمام بالطاقة والمحافظة عليها اخذت الدول الصناعية بالعمل على رفع معامل التحويل من خلال اجراء التعديلات المناسبة في التكنولوجيا المستخدمة. كما انها بالاضافة الى ذلك بدأت بتطبيق فكرة الانتاج المشترك (Co-generation) لرفع كفاءة التحويل من خلال استخدام الفاقد الحراري في عمليات التحويل في حاجات أخرى كتدفئة المنازل او لتسخين المياه.

ج - البعد الزمني للقرارات المتعلقة بالطاقة

نظرا لتفاوت تأثيرات القرارات المتعلقة بالطاقة سياسيا واقتصاديا وتكنولوجيا وبيئيا فان تحديد البعد (المدى) الزمني (Time Horizon) المناسب للقرارات يعتمد على الاهمية المعطاة لكل جانب من هذه الجوانب المذكورة. وحيث ان المجموعات المختلفة في المجتمعات تتفاوت في اهتماماتها فان ذلك يؤدي الى تضارب الآراء بخصوص السياسات التي يجب اتباعها والبعد الزمني المناسب. ولما كان اختيار البعد الزمني يرتبط بمصالح اجيال متعددة فان ذلك يؤدي الى مصاعب اضافية لعدم وجود الاجيال المستقبلية (أومن يمثلهم بدون تحيز) في الوقت الحالي لتشارك في عملية اتخاذ القرارات.

وبشكل عام، تتطلب الجوانب السياسية والاقتصادية التركيز على المدى القصير في حين ترتبط التأثيرات التكنولوجية بالمدى المتوسط والتأثيرات البيئية بالمدى الطويل. ونستعرض فيما يلي باختصار اسباب الاختلافات في البعد الزمني لكل من الجوانب الاقتصادية / السياسية والتكنولوجية واخيرا البيئية.

(ج - ١) البعد الزمني الاقتصادي :

ان تركيز الجانب الاقتصادي على اهمية تكلفة النقود اوسعر الفائدة في اتخاذ جميع القرارات سواء تلك المتعلقة باستغلال مصادر الطاقة او غيرها يؤدي الى تقصير الفترة الزمنية المأخوذة في الاعتبار. ذلك لأن عملية الخصم (Discounting) الملازمة لاستخدام سعر الفائدة والمستخدمة في القرارات الاقتصادية تتسبب في

فقدان اهمية الكميات البعيدة زمنيا بالمقارنة مع القريبة مما يؤدي الى عدم القيام بالاستثمارات التي تؤتي أكلها على المدى الطويل. وينعكس هذا الاتجاه بوضوح في قيام الشركات التجارية بمقدار صغير جدا من عمليات البحث والتطوير البعيدة المدى وتركيزها على المشاريع التي تنحصر فوائدها في المدى القصير. وتفسر هذه الملاحظة قيام الحكومات في عدد كبير من الدول الصناعية بتمويل جزء كبير من نشاطات الابحاث البعيدة المدى من خلال مختبرات علمية مرتبطة بالجامعات او بالمشاركة مع الشركات التجارية.

ويذكر هنا ان هناك ارتباطا وثيقا بين البعد الزمني الاقتصادي والسياسي، حيث ان الحكومات تمتلك أدوات التأثير (الضرائب وغيرها) على القرارات الاقتصادية. فباستطاعة الحكومات من خلال استخدام هذه الادوات ان تطيل من المدى الزمني الاقتصادي لتشجيع القيام بالابحاث والمشاريع البعيدة المدى. كذلك فان نمط النظام السياسي ومدى استقراره يحدد الى درجة كبيرة البعد الزمني الاقتصادي. ويوضح الفصل الرابع المقصود بالخصم وحساب القيمة الحالية لكمية مستقبلية واخيرا تأثير عملية الخصم في الكميات البعيدة زمنيا مقارنة مع القريبة.

(ج - ٢) البعد الزمني التكنولوجي:

عادة ما يكون البعد الزمني التكنولوجي لتطوير مصادر الطاقة اطول بكثير من البعد الزمني الاقتصادي لما تتطلبه عملية تطوير تكنولوجيا معينة مدة من الزمن تصل في معظم الاحيان الى اكثر من ٢٠ سنة. ولهذا السبب تلاقي المجتمعات صعوبات جمة عند مواجهتها لظروف تحتم عليها التحول من تكنولوجيا مستخدمة حاليا الى اخرى جديدة بشكل مفاجىء. ولا شك ان مشكلة الطاقة التي حدثت خلال السبعينات كانت في الاساس نابعة من ضرورة التحول المفاجىء. اذ اضطرت الدول الصناعية الى التحول في وقت قصير جدا لتكنولوجيا تستخدم النفط بكفاءة عالية او لتكنولوجيا تستخدم مصادر طاقة اخرى.

ونظرا لوجود هذه المصاعب في عملية التحول فان من الضروري للمجتمعات

التي تود تقليل التأثيرات السلبية من عملية التحول هذه أن تخطط على اساس البعد الزمني التكنولوجي لكي تكون جاهزة عند الضرورة. ولا شك ان مشكلة الطاقة التي نبهت العالم لمحدودية الامدادات النفطية قد بينت القصور الموجود في عملية التخطيط المستقبلي في معظم دول العالم حاليا وذلك لان العالم لم يبدأ الاستعداد الجدي للمرحلة التالية لعصر النفط رغم ان الكميات المتوافرة من هذا المصدر حسب المعلومات الحديثة تكفي العالم لفترة ٣٠ سنة فقط عند مستوى الاستهلاك الحالي. ويبعث هذا التقارب الشديد بين عمر مصادر الطاقة المستخدمة حاليا مع المدة اللازمة لتطوير تكنولوجيا جديدة قادرة على الاحلال محل المصادر الحالية على عدم الاطمئنان في عدد كبير من الدول لما يعنيه هذا الوضع من احتمال عدم حدوث انتقال تدريجي من مصدر طاقة الى آخر بل حدوث مشكلة طاقة اخرى في المستقبل.

وتنبع مشكلة الطاقة اساسا من تفاوت البعدين الزمنيين التكنولوجي والاقتصادي، حيث ان ميل الجانب الاقتصادي للفترات القصيرة نسبيا قد شجع تأخير العمل في تطوير الخيارات التكنولوجية المختلفة للمستقبل بسبب بعد الفوائد المحتملة من هذه المشاريع مقارنة مع تكاليفها الكبيرة في الوقت الحاضر. وتأتي هنا بالطبع مسئولية الحكومات في محاولة اطالة البعد الزمني الاقتصادي من خلال سياسات معينة ليتطابق مع البعد الزمني التكنولوجي وبالتالي يتم تشجيع الابحاث في تطوير التكنولوجيا المستقبلية.

(ج - ٣) البعد الزمني البيئي :

ان التأثيرات البيئية لاستخدام مصادر الطاقة والتكنولوجيا المتعلقة بها صعبة القياس بسبب طول المدة الزمنية بين استخدام هذه المصادر وملاحظة التأثيرات السلبية الناتجة. وتصل هذه المدة في بعض الاحيان الى ١٠٠ سنة. فعلى سبيل المثال لم يتنبأ احد عند بدء استخدام الفحم في القرن الثامن عشر بالتأثيرات البيئية التي يمكن ان تنتج من هذا التوسع الهائل في حرق الفحم لانتاج الطاقة. ولكن تبين حديثا ان ترسب المركبات الكبريتية الناتجة من حرق الفحم (Acid Rain) في

البحيرات قد تسبّبَ في ازدياد حموضة الماء مما ادى الى قتل الاحياء المائية في آلاف البحيرات في كندا والدول الاسكندنافية. وكذلك الامر بالنسبة لمشكلة تراكم كميات غاز ثاني اكسيد الكربون الناتج من عملية احتراق الوقود في الغلاف الجوي (Green House Effect) التي تعتبر خطيرة جدا ولكن حتى الوقت الحاضر لم تحدد ابعاد هذه المشكلة وتأثيراتها المستقبلية على الحياة على كوكب الارض. وهناك ايضا مشكلة المخلفات النووية (Nuclear Waste) الناتجة من عملية الانشطار النووي (Nuclear Fission) التي لم تصل الدراسات حتى الان الى نتائج نهائية بخصوص تأثيراتها المستقبلية في الانسان والبيئة المحيطة به.

ولما كان البعد الزمني البيئي يعتبر طويلا جدا بالمقارنة مع البعدين الاقتصادي والتكنولوجي فان المجتمعات مالت في السابق الى عدم الاهتمام بالتأثيرات البيئية والتركيز على المنافع الاقتصادية والتكنولوجية المصاحبة لتطوير مصادر الطاقة المختلفة. ولكن بدأت بعض المجتمعات حديثا بالاهتمام بالتأثيرات البيئية لمصادر الطاقة المختلفة، وقد ادى ذلك الى قيام هيئات هدفها التنظيم الفعال ضد استغلال مصادر الطاقة ذات التأثيرات السلبية في البيئة كالطاقة النووية والفحم. وتطالب هذه الهيئات بضرورة دراسة جميع جوانب التكنولوجيات الجديدة قبل ادخالها بشكل واسع في الاستخدام. وستعرض في الفصل العاشر بالتفصيل للتأثيرات البيئية المصاحبة لمصادر الطاقة المختلفة.

د - تطور استهلاك مصادر الطاقة

تبين المراجعة التاريخية ان العالم مر بثلاث مراحل من حيث استعمالات مصادر الطاقة وان هذه المراحل كانت مترابطة بحيث تم الانتقال من احداها الى الاخرى بشكل تدريجي. اما المصادر فقد كان الخشب ثم الفحم واخيرا النفط والغاز والطاقة النووية.

لقد كان الخشب المصدر الاساسي للطاقة للانسان على مر العصور ومنذ آلاف السنين، ولكن انتشار الصناعات في بعض المناطق زاد من استهلاك الاخشاب بنسبة كبيرة. أدى هذا الاستهلاك الكبير للخشب الى القضاء على مناطق

شاسعــة من الغـابـات خصـوصـا في اوروبـا مما وجـه الانظـار الى الفحم (Coal) لاستخدامه كمصدر للطاقة مكمل للاخشاب. وقد كان اول انتاج تجاري للفحم في عهـد الملكـة اليـزابيث الاولى في الجـزر البريطانية وذلك لاحلاله محل الخشب الـذي بدأ بالتنـاقص بشكـل كبـير. وابتـدأ الفحم تدريجيا يأخذ مكانته في اوروبا وآسيـا ولكن مع بدايـة الثـورة الصنـاعيـة في اوروبـا وتـزايد الحاجة لمصادر الطاقة لتشغيل الآلات البخارية بدأ الفحم بالاحلال محل الخشب كمصدر رئيسي للطاقة وما لبث ان اصبح المصدر شبه الوحيد في سنة ١٨٥٠. وقد كان من اسباب تفوق الفحم على الخشب هو كبر المحتـوى الحـراري للفحم للوحـدة الوزنية مقارنة مع الخشب مما قلل من تكاليف النقل وبالتالي ساعد في قبول هذا المصدر الجديد. ولم تمر سوى فترة قصـيرة حتى ظهـر النفط (Petroleum) في الاسواق (سنة ١٨٦٠) ولم يكن النفـط في ذلـك الحين منافسا للفحم بل كان الطلب عليه لاغراض التشحيم والاضـــاءة. فقـد كان الكـيروسـين يحل تدريجيـا محل شحـوم الحيتـان التي كانت تتنـاقص كميـاتهـا بسبب الاقبال الشديد على صيدها مما جعـل اسعارها ترتفع. ولكن لم يلبث النفـط ان بدأ بمنـافســة الفحم تدريجيـا بعـد ان اتضحت أهميته في الغلايات الصناعية ولكن لم تنتشر استخدامات النفط الا خلال الفترة الاولى من القـرن العشـرين بعـد تطـويـر الات الاحتراق الداخلي. بدأ النفط في هذه الفترة بمنافسة الفحم في الصناعات واخذ الاحلال يأخذ دفعا قويا بسبب صفات النفط الجيـدة وتفـوق محتواه الحراري على ذلك الذي للفحم. أما الكهرباء فقد تطورت بشكل سريع بعد اكتشافها بواسطة بنجامين فرانكلين سنة ١٧٤٦ ومن ثم انتشرت استخـدامـاتها في الولايات المتحدة بفضل توماس اديسون وذلك سنة ١٨٨٠ وبدأ انتـاجهـا التجاري الواسع منذ ذلك الحين. وقد كان جورج وستنجهاوس أول من طور التيـار المـتردد (Alternating Current) وذلـك سنـة ١٨٨٥. امـا الغـاز الطبيعي (Natural Gas) فلم يبـدأ بالمنـافسـة كمصـدر للطاقة الا خلال الفترة ابتداء من سنة ١٩٣٠ عنـدمـا تم تطـويـر تكنـولوجيا نقل الغاز بواسطة الانابيب. وقد استمر نمو استخـدامـات الغـاز الطبيعي في اسواق مختلفة لفترة طويلة بسبب صفاته الطبيعية مثـل سهـولـة التعـامـل معه ونظافته. وكان لتطور علم الفيزياء حديثا أثر كبير في

ادخال الطاقة النووية (Nuclear Energy) كمصدر جديد للطاقة خلال الخمسينات. فقد بدأ العالم المتقدم ببناء المفاعلات النووية لانتاج الكهرباء على نطاق واسع مما جعل هذا المصدر ينافس الفحم والنفط في هذه الاستخدامات.

ولمقارنة دور مصادر الطاقة المختلفة في الاستهلاك العالمي نستعرض جدول (٢ - ٢) الذي يبين مساهمة كل مصدر الى الاجمالي خلال الفترة ١٩٢٥ - ١٩٨٥.

جدول (٢ - ٢) : تطور دور مصادر الطاقة في الاستهلاك العالمي، ١٩٢٥ - ١٩٨٥.

(نسب مئوية)

المصدر	١٩٢٥	١٩٥٠	١٩٦٠	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
الفحم	٨٣	٥٦	٥٢ر٣	٣١	٢٨ر٧	٢٩ر٤	٣٠ر٧
النفط	١٣	٢٩	٣٠ر٨	٤٥	٤٥ر٧	٤٣ر٦	٣٧ر٩
الغاز الطبيعي	٣	٩	١٤ر٥	١٨	١٨ر٣	١٨ر٦	٢٠ر١
الطاقة المائية	١	٦	٢ر٣	٥ر٧	٥ر٩	٦ر٠	٦ر٧
الطاقة النووية	-	-	-	٠ر٤	١ر٤	٢ر٤	٤ر٦
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

المصدر: مشتق من جدول (٢ - ٥) وايضا الآتي :

BP Statistical Review of The World Oil Industry, 1960, 1975, 1985.

ملاحظة: (١) الاشارة (-) تعني رقم صغير أو صفر.

(٢) مجموع النسب لا يساوي ١٠٠٪ بسبب التقريب المستقل لكل رقم.

يلاحظ ان الفحم كان يشغل المركز الاول خلال الفترة حتى ١٩٦٠، حيث بلغت نسبته الى الاجمالي حوالي النصف. ولكن بدأ دور الفحم يتضاءل بسرعة خلال الفترة التالية لسنة ١٩٥٠ ليصل الى ادنى معدل له في سنة ١٩٧٥ وذلك بنسبة ٢٨ر٧٪ من اجمالي الاستهلاك العالمي. وكانت حصة النفط خلال تلك الفترة

تزداد بمعدلات سريعة حتى بلغت مساهمة النفط في الاجمالي حوالي ٤٤٫٣٪ سنة ١٩٧٥ مقارنة مع ٢٤٫٤٪ سنة ١٩٥٠ . ولا شك ان هذه الزيادة كانت في الاساس على حساب دور الفحم . اما حصة الغاز الطبيعي فقد ارتفعت خلال تلك الفترة ايضا ولكن بمعدلات ابطأ من تلك التي للنفط . وعموما كان الغاز الطبيعي يحل تدريجيا محل الفحم بالاضافة الى دخول الاسواق الجديدة في القطاعين المنزلي والصناعي . ونشير هنا الى ان الكميات المستهلكة من جميع هذه المصادر كانت ترتفع باستمرار الا ان التباين في معدلات الزيادة كان السبب في تدني اهمية الفحم بالمقارنة مع المصادر الاخرى . اما فيما يتعلق بالطاقة النووية فان اهميتها في الاستهلاك العالمي لم تتزايد الا حديثا وخصوصا في عقد السبعينات .

أخذت حصة النفط في الاستهلاك العالمي من الطاقة بالتراجع بشكل سريع بدءا مع التطورات في السوق النفطية خلال الفترة ١٩٧٣ / ١٩٧٤ وارتفاع اسعار النفط بمقدار اربعة اضعاف . وقد استمر هذا التراجع حتى سنة ١٩٨٦ متأثرا بالتقلبات في السوق النفطية بالاضافة الى ارتفاع الاسعار بشكل كبير خلال سنة ١٩٧٩ . فقد بلغت حصة النفط في سنة ١٩٨٥ حوالي ٣٧٫٩٪ بالمقارنة مع ٤٥٫٧٪ سنة ١٩٧٥ . وقد استفادت جميع مصادر الطاقة الاخرى من تقلص دور النفط في اسواق الطاقة كما يتضح من جدول (٢ - ٢) .

هـ - استهلاك العالم من الطاقة الأولية

ذكرنا في مقدمة هذا الفصل بأن هناك تفاوتا كبيرا بين معدلات استهلاك الطاقة الأولية في مناطق العالم المختلفة تبعا لحجم اقتصادياتها ودرجة تطورها التكنولوجي . ونستعرض فيما يلي معدلات استهلاك الطاقة الاولية في العالم وحسب المجموعات الدولية .

لقد تزايد الاستهلاك العالمي من الطاقة بشكل متواصل منذ بداية الثورة الصناعية حتى الوقت الحاضر . فقد تضاعف الاستهلاك العالمي من الطاقة خلال الفترة من ١٨٧٥ الى ١٩٧٥ ليصل الى ٨٥٨٥ مليون طن مكافىء فحم (٤٣٫٧

بليون برميل مكافىء نفط) بالمقارنة مع ٢٥٠ مليون طن مكافىء فحم (١ر٢٧ بليون برميل مكافىء نفط). وقد سبق وان أشرنا الى ان نمط الاستهلاك كان يتسم بالتركيز الشديد على النفط وخصوصا في الفترة من ١٩٥٠ - ١٩٧٥.

وفيما يختص بتقسيم الاستهلاك العالمي من الطاقة الاولية حسب المناطق الجغرافية، فان جدول (٢ - ٣) يبين ان المناطق الصناعية الغربية والدول الاشتراكية تحوز على معظم الاستهلاك (٧٠٪ من الاجمالي) في حين شكّل مجموع استهلاك المناطق النامية كالشرق الاوسط وافريقيا واميركا اللاتينية حوالي ١٠٪ سنة ١٩٨٥. ولكن من الملاحظ ان المناطق الاخيرة شهدت نموا مستمرا في استهلاك الطاقة ويتوقع ان يستمر ذلك حتى فترة طويلة في المستقبل. اما الدول الصناعية الغربية فيلاحظ ان استهلاكها قد تباطأ بشكل ملموس منذ سنة ١٩٧٣، ويرجع ذلك الى التطورات السعرية التي سبق وان اشرنا اليها وتأثيراتها في اقتصاديات هذه الدول. اما الدول الاشتراكية فقد استمرت في زيادة مستويات استهلاكها من الطاقة الاولية على الرغم من ارتفاع الاسعار في اسواق الطاقة.

وللتعرف على مستويات استهلاك الطاقة الاولية حسب أهم الدول، نستعرض جدول (٢ - ٤). ويلاحظ ان اجمالي استهلاك الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي والصين يشكّل حوالي ٥١٪ من الاستهلاك العالمي لسنة ١٩٨٥، كذلك فان الدول العشر المذكورة في الجدول تستهلك فيما بينها ما نسبته ٧١٪ من الاجمالي.

وفي جدول (٢ - ٥) نوضح تطور دور مصادر الطاقة المختلفة في استهلاك المجموعات الدولية المختلفة من الطاقة الأولية، حيث يبين الجدول دور الفحم والنفط والغاز الطبيعي والكهرباء الأولية (الطاقة المائية زائد الطاقة النووية) في عدد من المجموعات الدولية الهامة. ويلاحظ من الجدول ان التطورات في نسب مصادر الطاقة متشابهة من حيث الاتجاه مع تباينها من حيث المقادير. ففي الفترة السابقة لسنة ١٩٧٥ نلاحظ بوضوح تراجع دور الفحم في استهلاك المجموعات السياسية الاقتصادية المختلفة. فقد انخفض دور الفحم في الولايات المتحدة وكندا بحدة

جدول (٢ - ٣) : استهلاك العالم من الطاقة الأولية حسب المناطق، ١٩٦٥ - ١٩٨٥.

(١٠^١٥ ب ت يو)

المنطقة	١٩٦٥	١٩٧٣	١٩٧٩	١٩٨٣	١٩٨٥
امريكا الشمالية	٥٨ر٠٤ (٣٦)	٨٠ر٤٤ (٣٤)	٨٤ر٥٨ (٣١)	٧٦ر٤٣ (٢٨)	٨٠ر١٩ (٢٧)
امريكا اللاتينية	٧ر٢٣ (٤)	١١ر١٧ (٥)	١٢ر٨٩ (٥)	١٤ر٣٠ (٥)	١٥ر٠٨ (٥)
اوروبا الغربية	٣٣ر٧٢ (٢١)	٤٩ر٩٠ (٢١)	٥٢ر٥٥ (١٩)	٤٦ر٦٤ (١٧)	٤٨ر٩٣ (١٧)
الشرق الأوسط	١ر٦٢ (١)	٣ر٥٤ (٢)	٤ر٢٥ (٢)	٥ر٢٧ (٢)	٥ر٧٠ (٢)
افريقيا	٣ر٢٩ (٢)	٤ر٣١ (٢)	٦ر٠٦ (٢)	٧ر٢٤ (٣)	٧ر٧٢ (٣)
الشرق الأقصى واوقيانوسيا	٢٢ر٩٩ (١٤)	٤٠ر٠٨ (١٧)	٥١ر٧٤ (١٣)	٥٢ر٤٠ (١٩)	٥٨ر٣٢ (٢٠)
اوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتي	٣٦ر٢٣ (٢٢)	٥٠ر٩٤ (٢٢)	٦٢ر٣٧ (٢٣)	٧٢ر٨٨ (٢٦)	٧٧ر٤٥ (٢٦)
العالم	١٦٣ر١٢	٢٣٤ر٣٢	٢٧٤ر٤٤	٢٧٥ر٢٣	٢٩٣ر٤٧

المصدر: BP Statistical Review of The World Oil Industry, British Petroleum Co., U.K, 1979 & 1986.

ملاحظة: (١) تم تحويل الارقام من مليون طن مكافىء نفط الى ب ت يو باستخدام جداول التحويل.

(٢) قد لا يتساوى مجموع المناطق مع مجموع العالم بسبب التقريب المستقل.

من ٧٥٪ سنة ١٩٢٥ الى ١٨ر٤٪ سنة ١٩٧٥، وكذلك كان الحال في اوروبا الغربية واليابان والدول النامية. وتعتبر الدول الاشتراكية المجموعة الوحيدة التي لم يتراجع فيها دور الفحم بشكل كبير، حيث انخفضت حصة الفحم لتصل

٥٢٫٨٪ سنة ١٩٧٥ بالمقارنة مع ٨٧٪ سنة ١٩٢٥ .

وفي المقابل ازدادت حصة النفط في استهلاك المجموعات المختلفة لتصل الى اعلى مستوى لها سنة ١٩٧٥ . وقد كانت اليابان واوروبا الغربية من المجموعات التي تحولت الى النفط بشكل شبه كلي خلال تلك الفترة في حين كان التحول في الدول الاشتراكية اكثر بطئا . اما الفترة اللاحقة لسنة ١٩٧٥ فالملاحظ حدوث اتجاه معاكس للتطورات السابقة ، حيث بدأ النفط بالتراجع مقابل الفحم في المجموعات الدولية كافة . فقد شهد النفط انخفاضا شديدا في دوره كمصدر للطاقة خلال الفترة ١٩٧٥ - ١٩٨٥ ، حيث بلغت نسبته في الولايات المتحدة

جدول (٢ - ٤) : استهلاك العالم من الطاقة الأولية حسب اهم الدول ، ١٩٦٥ - ١٩٨٥.

(١٠^١٥ ب ت يو)

الدولة	١٩٦٥	١٩٧٣	١٩٧٩	١٩٨٣	١٩٨٥
الولايات المتحدة	٥٣٫٠٤	٧٢٫١٥	٧٥٫٨٠	٦٨٫٠٤	٧١٫٢٢
الاتحاد السوفيتي	٢٥٫٦٨	٣٤٫٦٠	٤٤٫٨٨	٥٠٫٨٥	٥٤٫٤٨
اليابان	٦٫٠٨	١٣٫٧٦	١٤٫٦٠	١٣٫٥٥	١٤٫٤٦
المانيا الغربية	٧٫٥	١٠٫٤٩	١١٫٣٦	٩٫٩٤	١٠٫٥٨
بريطانيا	٧٫٥٣	٨٫٩٠	٨٫٧٨	٧٫٦٩	٧٫٩٩
الصين	٩٫١٣	١٤٫٢٣	٢١٫٠٨	٢١٫٨٨	٢٥٫١١
كندا	٥٫٠٠	٧٫٥٦	٨٫٧٨	٨٫٣٩	٨٫٩٧
فرنسا	٤٫٦٨	٧٫٣٧	٧٫٦٣	٧٫٢٠	٧٫٤٩
ايطاليا	٣٫٣٠	٥٫٤٦	٥٫٩٣	٥٫٤٨	٥٫٥٧
استراليا	١٫٧٧	٢٫٦٤	٣٫٤١	٢٫٩١	٣٫١٢
العالم	١٦٣٫١٢	٢٣٤٫٣٢	٢٧٤٫٤٣	٢٧٥٫٢٣	٢٩٣٫٤٧

المصدر: BP Statistical Review of The World Oil Industry, British Petroleum Co., U.K, Various Issues.

ملاحظة: (١) تم تحويل الارقام من مليون طن مكافىء نفط الى (١٠)^١٥ ب ت يو.

جدول (٢ - ٥) : تطور استهلاك مصادر الطاقة حسب المجموعات الدولية، ١٩٢٥ - ١٩٨٥ .

(نسب مئوية)

المنطقة	نسبة الفحم في استهلاك الطاقة (٪)						نسبة النفط في استهلاك الطاقة (٪)					
	١٩٢٥	١٩٥٠	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥	١٩٢٥	١٩٥٠	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
الولايات المتحدة وكندا	٧٥	٣٨	١٨	١٨ر٤	٢٠ر٨	٢٣ر٤	١٩	٣٩	٤٤	٤٣ر٤	٤٢ر٥	٣٩ر١
اوروبا الغربية	٩٦	٧٨	٢٧	٢٠ر٧	٢٠ر٨	٢٠ر٦	٣	١٤	٥٦	٥٦	٥٣ر٢	٤٥ر٩
اليابان	٩٢	٨٣	٢٢	٢٠ر١	١٥ر٩	٢٠ر٠	٤	٦	٦٩	٧٠ر٣	٦٦ر٦	٥٥ر١
الدول الشيوعية	٨٧	٨٢	٥٨	٥٢ر٨	٤٧ر٩	٤٦ر٤	١١	١٤	٢٥	٢٨	٢٩ر٤	٢٥ر٥
الدول النامية	٨٣	٤٧	٢٢	٢٩ر٦	٢٣ر٧	٢٣ر٠	١٢	٤٠	٥٧	٥١ر٣	٥٤ر٩	٤٩ر٣
مجموع العالم	٨٣	٥٦	٣١	٢٨ر٧	٢٩ر٤	٣٠ر٧	١٣	٢٩	٤٥	٤٥ر٧	٤٣ر٦	٣٧ر٩

المنطقة	نسبة الغازالطبيعي في استهلاك الطاقة (٪)						نسبة الكهرباء الأولية في استهلاك الطاقة (٪)					
	١٩٢٥	١٩٥٠	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥	١٩٢٥	١٩٥٠	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
الولايات المتحدة وكندا	٦	١٧	٣٢	٢٨ر٨	٢٦ر٢	٢٤ر٤	١	٦	٦	٩ر٤	١٠ر٥	١٣ر١
اوروبا الغربية	-	-	٦	١٣	١٤ر٤	١٥ر٦	١	٨	١١	١٠ر٣	١١ر٧	١٨ر٠
اليابان	-	-	١	٢ر٣	٦ر١	٩ر٩	٤	١١	٨	٧ر٣	١١ر٥	١٥ر٢
الدول الشيوعية	٢	٢	١٤	١٥ر٨	١٩	٢٢ر٥	-	٢	٣	٣ر٣	٣ر٧	٥ر٧
الدول النامية	٢	٥	١٢	١١ر٥	١٢ر٢	١٥ر٦	٣	٨	٩	٧ر٦	٩ر١	١٢ر١
مجموع العالم	٣	٩	١٨	١٨ر٣	١٨ر٦	٢٠ر١	١	٦	٦	٧ر٤	٨ر٤	١١ر٣

المصدر: هذاالجدول مشتق من عدة مصادر هي كالآتي : ١) التقارير السنوية للأوبك .

٢) التقرير السنوي للأوابك، ١٩٨٣ . ٣) BP, Statistical Review of the World Oil Industry, 1979, 1982

٤) Griffin, J.M. and Steele, H.E. «Energy Economics and Policy», P.7, Table 1.1, Academic Press, 1980.

ملاحظة : لا يكون مجموع النسب مساويا ١٠٠٪ وذلك للتقريب المستقل لكل رقم .

وكندا حوالي ١ر٣٩٪ سنة ١٩٨٥ مقارنة مع ٤ر٤٣٪ سنة ١٩٧٥ .

أما بخصوص المصادر الاخرى من الطاقة وهي الغاز والكهرباء الأولية فان هذين المصدرين قد ازدادت حصتهما بشكل متواصل خلال الفترة ١٩٢٥ - ١٩٨٥ . ولكن هناك تباينا كبيرا بين المجموعات المختلفة من حيث معدلات الزيادة . فعلى سبيل المثال توسعت اوروبا الغربية في استخدام الكهرباء الأولية في حين زادت الدول الشيوعية من استخداماتها للغاز الطبيعي . وأخيرا ، نشير الى انه في الوقت الحاضر لا يزال النفط يتبرأ المرتبة الاولى من حيث الحصة في الاستهلاك العالمي من الطاقة الأولية فيما عدا الدول الاشتراكية حيث يأتي الفحم في المقدمة .

ان التفاوت بين معدلات الاستهلاك من الطاقة الأولية في مناطق العالم بالاضافة الى تركز غالبية سكان العالم في المناطق النامية يؤدي الى تباين مستويات استهلاك الفرد من الطاقة الأولية . ويلاحظ من جدول (٢ - ٦) ان هناك فجوة كبيرة في معدلات استهلاك الطاقة الأولية للفرد . ففي حين يستهلك الفرد الافريقي حوالي ١١ مليون وحدة حرارية بريطانية (ب ت يو) سنويا نجد ان الفرد في اميركا الشمالية يستهلك حوالي ٢٦٣ مليون (ب ت يو) سنويا . اما الدول الغربية الصناعية ، فتأتي في المرتبة الثانية من حيث الاستهلاك الفردي من الطاقة الأولية . واللافت للنظر هو تدني معدل الاستهلاك الفردي من الطاقة في الدول ذات الاقتصاد المخطط مركزيا مقارنة بنظيره في الدول الصناعية الغربية .

وللتعرف على مدى الاختلافات الموجودة بين الدول من حيث معدلات الاستهلاك الفردي من الطاقة الأولية ، نستعرض جدول (٢ - ٧) . من الواضح ان كندا تأتي في مقدمة الدول من حيث معدلات الاستهلاك للفرد في حين تأتي الولايات المتحدة والمانيا الشرقية في المرتبتين الثانية والثالثة . والجدير بالذكر ان ضمن الدول النامية هناك اختلافات كبيرة ، فعلى سبيل المثال يستهلك الفرد في السعودية حوالي ١٠٠ مليون وحدة (ب ت يو) سنويا في حين يصل استهلاك الفرد الايراني نحو ٣٧ مليون (ب ت يو) فقط . هذا ويعتبر معدل استهلاك الفرد من

جدول (٢ - ٦) : تطور استهلاك الفرد من الطاقة الأولية
حسب المناطق، ١٩٧٠ - ١٩٨٤م.
(مليون ب ت يو سنويا)[١]

المنطقة	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٧٧	١٩٨٠	١٩٨٤
الدول الغربية الصناعية	١٤٦ر٦	١٥٥ر٩	١٦١ر٩	١٦٥ر٣	١٥٩ر٩
الدول النامية[٢]	٨ر٣	١٠ر٣	١١ر٣	١٢ر٦	١٣ر٥
الدول المخططة مركزيا[٣]	٣٦ر٥	٤٦ر٣	٤٩ر٧	٥٤ر٠	٥٤ر٧
افريقيا	٦ر٣	٨ر٣	٨ر٧	١٠ر١	١١ر٠
دول الأوبك	٧ر٩	١٢ر٦	١٤ر٢	١٦ر٦	١٩ر٣
امريكا الشمالية[٤]	٢٧٣ر٥	٢٨٢ر١	٢٨٨ر٥	٢٨٥ر٧	٢٦٢ر٩
العالم	٤٨ر٢	٥٠ر٩	٥٣ر٣	٥٣ر٥	٥١ر١

المصدر: United Nations Statistical Yearbook, 1979/80 and 1983/84, United Nations, New York.

ملاحظة: (١) تم تحويل الارقام من كيلوجرام مكافىء فحم الى مليون ب ت يو باستخدام معامل التحويل: مليون طن فحم يكافىء ٠٢٦٦٧ر٠ بليون ب ت يو.
(٢) جميع الدول النامية غير الاشتراكية.
(٣) الدول المخططة مركزيا تشمل روسيا، دول اوروبا الشرقية، الصين، منغوليا، جمهورية كوريا الشعبية، وفيتنام.
(٤) امريكا الشمالية تشمل كندا والولايات المتحدة فقط.

الطاقة في بنغلاديش من ادنى المستويات في العالم. ومن الجدير بالذكر ان المعدلات آنفة الذكر تشير الى استهلاك الدول من مصادر الطاقة التجارية ولا تشمل مصادر الطاقة التقليدية التي يصعب قياس مقاديرها بشكل دقيق.

يتضح من جدول (٢ - ٧) وجود علاقة بين مستوى استهلاك الفرد من الطاقة

جدول (٢ - ٧) : استهلاك الفرد من الطاقة الأولية حسب الدول، ١٩٥٥ - ١٩٨٤م.

(مليون ب ت يو سنويا)

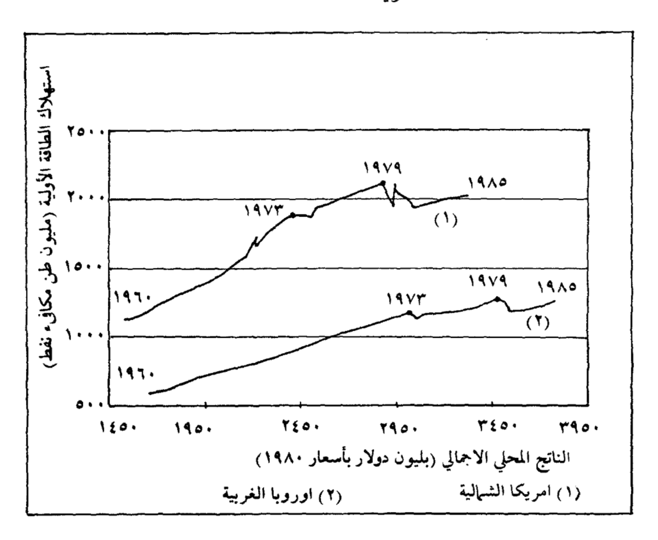
الدولة	١٩٥٥	١٩٦٤	١٩٧٣	١٩٧٨	١٩٨٠	١٩٨٤
كندا	١٤٥	١٩٦	٣٠٩	٢٧٣	٢٨٧	٢٦٩
الولايات المتحدة	٢١٤	٢٤١	٣٢٩	٣١٣	٢٨٦	٢٦٣
المكسيك	١٨	٢٨	٣٧	٣٨	٤٧	٤٧
فنزويلا	٥٨	٨٣	٧٧	٨٢	٨٧	٨٥
الأرجنتين	٢٧	٣٤	٥٢	٥٢	٤٨	٤٧
البرازيل	٨	١٠	١٦	٢٢	٢١	١٨
فرنسا	٦٠	٨١	١٢١	١٢٠	١٢٤	١٠٨
المانيا الغربية	٩٠	١١٦	١٥٩	١٦٥	١٦٠	١٥٣
ايطاليا	٢٠	٤٦	٧٥	٨٩	٨٦	٨٥
هولندا	٦٥	٩٠	١٦٧	١٤٦	١٨٠	١٦١
السويد	٧٥	١١٩	١٦٨	١٦٤	١٤٩	١٢٩
بريطانيا	١٣٧	١٤٠	١٥٩	١٤٣	١٣٤	١٣١
بنغلاديش	١	٢	١	١	١	١
الهند	٣	٤	٥	٥	٦	٧
اندونيسيا	٣	٣	٤	٨	٧	٧
ايران	٤	١١	٣٠	٥٠	٣٢	٣٧
اليابان	٢٠	٤٦	٩٩	١٠٥	١٠١	١٠٥
السعودية	٦	٩	٢٨	٣٦	٧٥	١٠٠
تايلند	١	٣	٨	٩	١٠	١١
تركيا	٦	٩	١٧	٢٢	٢٠	٢٤
جنوب افريقيا	٦٦	٧١	٧٧	*٨٢	٧٦	٧٢
المانيا الشرقية	١٠٧	١٥٣	١٧١	١٩٦	١٩٨	٢٠٩
بولندا	٧٢	٩٧	١٢٦	١٥٤	١٣٦	١٢٤
الاتحاد السوفيتي	٦٢	٩٤	١٣٥	١٥١	١٥٣	١٦٤
الصين	٤	١٢	١٦	٢٢	١٦	١٨
استراليا	٩٧	١٢٢	١٦٤	١٨٢	١٧٠	١٦٩

المصدر : United Nations Statistical Yearbook, 1959-77, 1960-78.

ملاحظة : (*) هذا الرقم هو لسنة ١٩٧٦ .

التجارية والمستوى الاقتصادي، وعليه فمن المفيد ان نتعرف على هذه العلاقة من خلال مقارنة صنفين من البيانات. يبين شكل (٢ - ١) العلاقة بين معدل الاستهلاك من الطاقة الأولية ومستوى النشاط الاقتصادي مقوما بالناتج المحلي الاجمالي لكل من امريكا الشمالية (الولايات المتحدة وكندا) واوروبا الغربية للفترة من ١٩٦٠ الى ١٩٨٥. ويلاحظ من الشكل ان هناك علاقة موجبة شبه خطية

شكل (٢ - ١) : العلاقة بين الناتج المحلي الاجمالي ومستوى استهلاك الطاقة الأولية، ١٩٦٠ - ١٩٨٥.

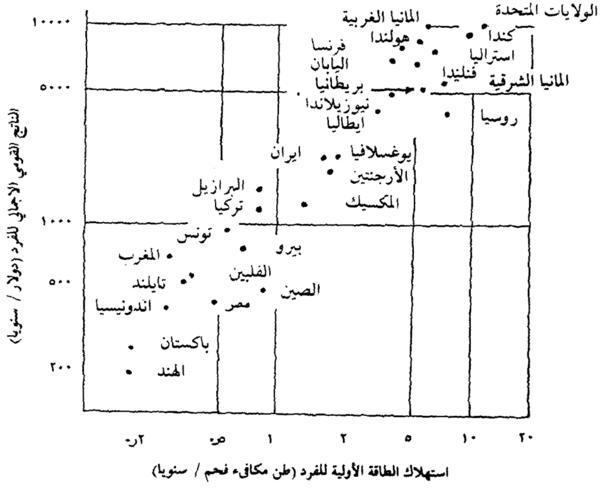


المصدر: Energy Balances of OECD Countries 1970/1985 AND MAIN Series From 1960, IEA/OECD. Paris 1987, Pages 39 & 75.

بين هذين المتغيرين لكل منطقة،وتقل قوة هذه العلاقة في الفترة التالية لسنة ١٩٧٣ . كما يلاحظ ان استهلاك اميركا الشمالية من الطاقة يفوق ما تستهلكه اوروبا الغربية عند مستوى معين من الناتج القومي ، وهذا يدل على وجود اسباب اخرى لهذه الاختلافات غير الدخل القومي كنمط الانتاج واسلوب الحياة مثلا .

أما بالنسبة للصنف الثاني من البيانات فيتعلق بمقارنة معدلات استهلاك الفرد من الطاقة الأولية بالدخل الفردي لمجموعة من الدول . ويقاس الدخل الفردي (أو مستوى المعيشة) بحاصل قسمة الناتج القومي الاجمالي على عدد السكان . ويوضح شكل (٢ - ٣) هذه العلاقة لمجموعة من الدول الصناعية والنامية وذلك

شكل (٢ - ٢) : علاقة الاستهلاك الفردي من الطاقة مع الناتج القومي للفرد لمجموعة من الدول، ١٩٧٨.



المصدر: World Development Report 1980, World Bank, Washington D.C., 1980

لسنة ١٩٧٨ . وتشير هذه المقارنة دون ريب الى وجود علاقة شبه خطية وموجبة بين استهلاك الفرد من الطاقة الاولية والدخل الفردي ، حيث ان الدول ذات الدخل الفردي العالي يرتفع فيها معدل استهلاك الفرد من الطاقة . وتفسر هذه الملاحظة اسباب التفاوت الكبير بين استهلاك الفرد من الطاقة في الدول المختلفة .

اما الاختلافات الموجودة في معدلات استهلاك الفرد من الطاقة في الدول المتقاربة من حيث الدخل الفردي فترجع الى اختلافات اساسية تتعلق بالسياسات المتبعة كاختيار أنماط الانتاج واختلاف أنماط المواصلات وسياسات تسعير مصادر الطاقة المختلفة وهيكل المدن ، واخيرا اختلاف الأذواق في المجتمعات المختلفة من حيث السكن وغيره .

نستنتج من هذا التحليل ان استهلاك الطاقة في الدول المختلفة يتأثر بشكل مباشر بمعدلات النمو في الناتج القومي وينعكس ذلك على الافراد حيث يزداد استهلاك الفرد من الطاقة كلما ارتفع الدخل الفردي . ونشير هنا الى ان هذه الاختلافات تقل بشكل حاد اذا أخذ استهلاك مصادر الطاقة التقليدية في الاعتبار حيث انها تشكل نسبة عالية من الاستهلاك الاجمالي من الطاقة في الدول النامية .

و - انتاج العالم من الطاقة الأولية

يمتاز انتاج الطاقة في العالم بتوزيعه الجغرافي الواسع مقارنة مع توزيع مراكز الاستهلاك مع وجود نقص في الدول الصناعية الغربية وفائض لدى الدول النامية واكتفاء ذاتي في الدول الاشتراكية . ويوضح الجدول (٢ - ٨) الانتاج العالمي من الطاقة تبعا للمناطق الجغرافية . لا شك ان المناطق الصناعية تنتج نسبة كبيرة من الانتاج العالمي ، حيث تقدر الحصة الاجمالية لاميركا الشمالية واوروبا الغربية

جدول (٢ - ٨) : انتاج العالم من الطاقة الأولية حسب المناطق ، ١٩٧٣ - ١٩٨٤ .

(١٠^١٥ ب ت يو)

المنطقة	١٩٧٣	١٩٧٩	١٩٨٤
امريكا الشمالية	٧٣٫٣٢ (٣٠)	٧٨٫١٦ (٢٧)	٧٦٫٧٤ (٢٦)
امريكا اللاتينية	١٢٫٨٥ (٥)	١٢٫٢٦ (٤)	٢٠٫٥٦ (٧)
اوروبا الغربية	١٩٫٥٨ (٨)	٢٧٫٤٠ (٩)	٣٢٫٥٥ (١١)
الشرق الأوسط	٤٦٫٦١ (١٩)	٤٨٫٤٢ (١٧)	٢٧٫١٣ (٩)
افريقيا	١٤٫٨١ (٦)	١٨٫٠٨ (٦)	١٦٫٦٦ (٦)
الشرق الأقصى وأوقيانوسيا	٢٦٫١٧ (١١)	٣٧٫٦٤ (١٣)	٤٥٫٢٤ (١٥)
اوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتي	٥١٫٤٤ (٢١)	٦٦٫٧٥ (٢٣)	٧٤٫٠٠ (٢٥)
العالـم	٢٤٤٫٧٨	٢٨٨٫٨٢	٢٩٢٫٨٦

المصـــدر: Department of Energy, EIA, International Energy Annual, U.S.A., Various Issues.

ملاحظة : (١) تشمل الطاقة الأولية النفط الخام والمكثفات النفطية وسوائل الغاز الطبيعي والغاز الطبيعي الجاف والفحم والانتاج الصافي من الكهرباء (الطاقة المائية ، النووية) . ويقصد بالانتاج الصافي من الكهرباء مجموع انتاج الكهرباء ناقصا الكمية المستخدمة في المحطة .

(٢) الأرقام بين قوسين تشير الى نسبة انتاج المنطقة الى اجمالي انتاج العالم .

جدول (٢ - ٩) : انتاج العالم من الطاقة الأولية حسب أهم الدول، ١٩٦٥ - ١٩٨٥ .

(١٠^١٥ ب ت يو)

الدولة	١٩٧٣	١٩٧٩	١٩٨٤
الولايات المتحدة	٦١٫٩٥	٦٣٫٦٦	٦٥٫٦٣
الاتحاد السوفيتي	٣٩٫٢٨	٥٢٫٤٢	٥٩٫٧٢
الصين	١٣٫١٤	١٩٫٢٣	٢٢٫٨٥
السعودية	١٦٫٦٣	٢١٫٢٥	١٠٫٧٨
كندا.	٩٫٥٠	٩٫٩٥	١١٫١١
بريطانيا	٤٫٦٦	٨٫٤١	٨٫٩٨
المكسيك	١٫٨٧	٤٫٥٥	٧٫٨٦
بولندا	٤٫٩٤	٦٫٢١	٥٫٣٧
ايران	١٣٫٢٧	٧٫٤٤	٥٫٣٠
المانيا الغربية	٤٫٩٢	٥٫٢٦	٥٫٧٧
استراليا	٣٫٢٥	٤٫٦٨	٤٫٨٣
فنزويلا	٨٫١٣	٥٫٩٤	٥٫٠٢
الهند	٢٫٢٢	٣٫١٥	٤٫٧٥
اندونيسيا	٢٫٩٠	٣٫٨٤	٤٫١٠
جنوب افريقيا	١٫٤٨	٢٫٥٣	٣٫٤٩
النرويج	٠٫٨٣	٢٫٧١	٣٫٨١
فرنسا	١٫٧٨	٢٫٠٣	٣٫٤٨
الجزائر	٢٫٤٧	٣٫١٥	٣٫٢٨
هولندا	٢٫٥٢	٢٫٦٩	٢٫٧١
الامارات	٣٫٢٧	٤٫١١	٢٫٩٧
نيجيريا	٤٫٤٥	٤٫٩٥	٣٫١٣
الكويت	٦٫٧٥	٥٫٦٨	٢٫٧٥
ليبيا	٤٫٧٢	٤٫٥٩	٢٫٤٩
العراق	٤٫٣٥	٧٫٣٧	٢٫٥٧
العالم	٢٤٤٫٧٨	٢٨٨٫٨٢	٢٩٢٫٨٦

المصـــدر: Department of Energy, Energy Information Administration, International Energy Annual, U.S.A., 1985.

ملاحظة: الطاقة الأولية تشمل النفط الخام والمكثفات النفطية وسوائل الغاز الطبيعي والغاز الطبيعي الجاف والفحم والانتاج الصافي من الكهرباء (الطاقة المائية والنووية).

والدول الاشتراكية بحوالي ٦٢٪ من اجمالي انتاج العالم. هذا وتشكل نسبة الشرق الاوسط حوالي ٩٪ وافريقيا ٦٪. ولكن نظرا لارتفاع مستويات الاستهلاك من الطاقة الأولية في الدول الصناعية فانها مضطرة لاستيفاء جزء من متطلباتها من الدول المصدرة للطاقة، انظر جدول (٢ - ٣).

أما بالنسبة لانتاج الطاقة الأولية حسب اهم الدول، فيتبين من جدول (٢- ٩) ان الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي يحوزان على نصيب الاسد في الانتاج، حيث يشكل انتاج هاتين الدولتين حوالي ٤٣٪ من الانتاج العالمي من الطاقة. أما الدول الاخرى الهامة فهي الصين والسعودية وكندا وبريطانيا والمكسيك.

* * * * * * * * * *

مراجع الفصل الثاني

- Manfred Grathwohl , World Energy Supply ; Resources , Technologies, and Perspectives, Walter de Gruyter & Co., Berlin, Germany, 1982.

- David J. Rose, Learning about Energy, Plenum Press, New York, U.S.A., 1986.

- Russell Mills and Arun N. Toke, Energy, Economics, and the Environment, Prentice - Hall, Inc., U.S.A., 1985.

- Robert L. Loftness, Energy Handbook, Van Nostrand Rein Hold Co., U.S.A., 2nd Edition, 1984.

- Sybil P. Parker, Editior, McGraw - Hill Encyclopedia of Energy, McGraw - Hill Book Company, U.S.A., 2nd Edition, 1981.

- محمد محمود عمار، الطاقة : مصادرها واقتصادياتها، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، ١٩٨٦.

الفصل الثالث

مصادر الطاقة

(Energy Sources)

أ- تمهيد .

ب- مقارنة مصادر الطاقة :

ج- تقسيم مصادر الطاقة .

(ج - ١) تصنيف مخزون مصادر الطاقة الناضبة .

(ج - ٢) مصادر الطاقة التجارية (العادية) .

(ج - ٣) مصادر الطاقة المستقبلية (غير العادية) .

د- العوامل التي تحد من ندرة الموارد الطبيعية .

- المراجع .

أ - تمهيد

تحت وطأة أحداث سنة ١٩٧٣ وتأثيراتها العميقة في السوق النفطية توجهت أنظار العديد من المهتمين بأمور الطاقة الى مصادر الطاقة المختلفة. فقد بدأوا يتساءلون عن مدى توافر مصادر الطاقة المستخدمة حاليا واحتمالات عدم توافر مصادر جديدة يمكن احلالها تدريجيا محل المصادر الحالية في المستقبل القريب والبعيد. وهناك بشكل عام عدد كبير من مصادر الطاقة المستغلة حاليا وأخرى في مرحلة التطوير والبحث. ونستعرض في هذا الفصل مجموعة كبيرة من هذه المصادر مبينين تصنيفاتها المختلفة والاحتياطيات المتوافرة. ولكن قبل القيام بذلك تجدر الاشارة الى كيفية مقارنة مصادر الطاقة المختلفة.

ب - مقارنة مصادر الطاقة

نظرا للاختلافات الكبيرة بين اصناف الطاقة من حيث مصادرها ووحدات قياسها، فإن من الصعوبة مقارنتها مباشرة من حيث المحتوى الطاقي (Energy Content) . لذلك كان لزاما ان يتم قياس المحتوى الطاقي في كل مصدر باستخدام وحدات متجانسة وذلك لتيسير عملية المقارنة. وقد انتشر استخدام الوحدات الحرارية البريطانية (ب ت يو) كوحدات قياسية. ويعبر عن المحتوى الحراري لكل مصدر بوحدات (ب ت يو) ومن ثم تقارن الكميات المختلفة من هذه المصادر على اساس التكافؤ من حيث المحتوى الحراري (Heat Contant Equivalence) . ويسهل استخدام هذه الطريقة للاصناف المتشابهة كالنفط والغاز الطبيعي والفحم ولكنها صعبة الاستعمال للاصناف الاخرى كالكهرباء الناتجة من الطاقة النووية أو المائية.

في حالة الطاقة النووية فانه يمكن حساب المحتوى الحراري القابل للاستغلال من كمية معينة من معدن اليورانيوم عن طريق معرفة مقدار الطاقة الفيزيائية المختزنة في هذه الكمية ومن ثم استخدام معامل التحويل للمفاعلات النووية

الحديثة لحساب مقدار الطاقة التي يمكن الحصول عليها من اجمالي الطاقة المختزنة في المعدن. أما في حالة الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة المائية فان المحتوى الحراري يحسب عن طريق تقدير كمية النفط اللازمة في محطة كهربائية حديثة تستعمل النفط لانتاج مقدار معين من الكهرباء ومن ثم تتم مقارنة ذلك مع الطاقة الكهربائية الناتجة من الطاقة المائية. من الواضح أن هذه الطريقة يمكن استخدامها في حالة الطاقة النووية ايضا.

يوضح جدول (٣ - ١) المحتوى الحراري للنفط والغاز الطبيعي والفحم والعلاقة بين هذه المصادر من حيث الوزن والحجم. اما جدول (٣ - ٢) فيوضح التكافؤ بين أصناف الوقود الاحفوري والكهرباء على اساس المحتوى الحراري وذلك تبعا للوزن والحجم. هذا وسوف نستخدم مفهوم التكافؤ الحراري في الصفحات القادمة من هذا الفصل لتحويل الكميات المتباينة من هذه المصادر الى وحدات قياسية متطابقة لتسهيل عملية المقارنة، وقد اخترنا برميل نفط مكافىء لهذا الغرض.

تجدر الاشارة هنا الى ان استخدام المحتوى الحراري لمقارنة مصادر الطاقة المختلفة لا يعني امكانية تسعيرها على هذا الاساس نظرا للتفاوت الكبير في الصفات الاخرى التي يجب اخذها في الاعتبار. فالخواص الفيزيائية لانواع الوقود (صلب، سائل، غاز) وتركيبها الكيماوي (نسبة الكبريت والمعادن الاخرى) تحتم وجود اختلافات كبيرة في الاسعار. وهناك كذلك عوامل اخرى مثل تكاليف التخزين والتحضير ومقدار التلوث المتوقع وكفاءة التحويل (حجم معامل التحويل) عند الاستخدام. ولكن مع وجود هذه التحفظات يعتبر مقياس المحتوى الحراري معيارا تقريبيا مناسبا وخصوصا لمقارنة النفط والغاز والفحم في الاستخدامات المختلفة كانتاج الكهرباء.

ونستعرض فيما يلي خمسة امثلة لتوضيح كيفية استخدام الجدولين (٣ - ١) و(٣ - ٢) للتحويل من مصدر طاقة الى اخر وتحديد سعر تقريبي لمصدر باستخدام الاسعار السائدة لمصدر اخر، مع ملاحظة ان جميع هذه الامثلة تعتمد على مفهوم المحتوى الحراري لاجراء هذه المقارنات.

جدول (٣ - ١) : جدول تحويل الوحدات القياسية لمصادر الطاقة المختلفة.

١	برميل نفط (واحد)	= ٤٢ جالونا امريكيا	= ٣٥ جالونا امبراطوريا
٢	١٠ براميل نفط	= ١٫٤ طن نفط	= ٥٤ مليون وحدة حرارية BTU
٣	١٠٠٠ برميل نفط / يوم	= ٥٠ الف طن نفط / السنة	= ٢٠ مليون وحدة ثرم / السنة
٤	طن نفط (واحد)	= ٧٫٣٣ برميل نفط	= ٣٩ مليون وحدة BTU
٥	١٠٠٠ طن نفط	= ٢٥٠ الف جالون امبراطوري	= ٣١٠ آلاف جالون امريكي
٦	مليون طن نفط		= ١٫١٦٧ بليون متر٣ غاز طبيعي
٧	مليون طن نفط / السنة	= ٢٠ الف برميل نفط / اليوم	= ١٫٥ مليون طن فحم / السنة
٨	واحد متر٣ غاز طبيعي	= ٩٠٠٠ كيلو كالوري	= ٣٥ قدم٣ غاز طبيعي
٩	١٠٠٠ قدم٣ غاز طبيعي	= ١٠ وحدات ثرم	= ٢٨ متر٣ غاز طبيعي
١٠	مليون قدم٣ غاز طبيعي / اليوم	= ٧ آلاف طن غاز مسال / السنة	= ١٠ مليون متر٣ غاز / السنة
١١	طن غاز طبيعي مسال	= ١٥ برميل غاز مسال	= ١٦ برميل نفط
١٢	طن غاز طبيعي مسال	= ٧٧ قدم٣ غاز مسال	= ٥٠٠ متر٣ غاز طبيعي
١٣	مليون قدم٣ غاز الميثان	= ٢٤٫٥ طن زيت الوقود	
١٤	مليون طن فحم	= ٢٥٠ مليون وحدة ثرم	= ٫٦٧ مليون طن نفط
١٥	طن واحد فحم	= ٧٥٠ متر٣ غاز طبيعي	
١٦	١٠٠ الف وحدة حرارية BTU	= وحدة ثرم	
١٧	مليون وحدة حرارية BTU	= ٢٥٠ مليون كالوري	

المصدر: حقائق وارقام، نظرة احصائية مقارنة، منظمة الأوبك، ١٩٨٤، مترجم.

ملاحظة:

طن = طنا متريا، بليون = (١٠)٩ ، النفط = ١٠ آلاف كيلو كالوري / كيلوجرام، الغاز الطبيعي = ٩ آلاف كيلو كالوري / متر٣ .

جدول (٣ – ٢) : التكافؤ بين مصادر الطاقة المختلفة.

للتحويـــل	تكافؤ من حيث المحتوى الحراري بالكالوري					
من / الى	فحم	نفط	نفط	نفط	غاز طبيعي	الكهرباء
اضـرب فـي الأرقـام ادنـاه						
فحم : (١٠٠٠ طن متري)	١ر٠٠	٠ر٧٠	٤ر٩٠	٠ر٧٨	٠ر٨٤	٨ر١٤
نفط : (١٠٠٠ طن متري)	١ر٤٣	١ر٠٠	٧ر٠٠	١ر١١	١ر٢٠	١١ر٦٣
نفط : (١٠٠٠ برميل)	٠ر٢٠٤	٠ر١٤٣	١ر٠٠	٠ر١٥٩	٠ر١٧٢	١ر٦٦
نفط : (مليون ليتر)	١ر٢٩	٠ر٩٠	٦ر٣٠	١ر٠٠	١ر٠٨	١٠ر٤٧
غاز طبيعي : (مليون متر مكعب) أو (بليون ليتر)	١ر١٩	٠ر٨٣	٥ر٨	٠ر٩٢	١ر٠٠	٩ر٦٥
الكهرباء : (بليون واط ساعة)	٠ر١٢٣	٠ر٠٨٦	٠ر٦٠	٠٩٥٥ر	١٠٤ر	١ر٠٠

المصدر: حقـائق وأرقـام : نظـرة احصـائيـة مقارنة، منظمة الأوبك، ديسمبر ١٩٨٤، مترجم.

مثال (١) : احسب مقـدار الـوحـدات الـبريطـانيـة (ب ت يـو) المـوجودة في ٢٥٠ طنـا من النفــط الخـام ؟ ثم احسب كميـة الفحم بالاطنـان المكافئة لهذه الكمية من النفط؟

الجواب : من جدول (٣ – ١) يتضـح ان الطن الـواحـد من النفـط الخام يحوي ٣٩ مليون وحدة (ب ت يو)، لذلك فان :

المحتوى الحراري للمقدار ٢٥٠ طناً من النفط = ٢٥٠ × ٣٩ مليون ب ت يو

= ٩٧٥٠ مليون ب ت يو

لمعرفة كمية الفحم المكافئة لهذه الكمية من النفط، نستخدم جدول (٣ - ٢) حيث يتضح أن:

١٠٠٠ طن نفط تكافىء ١٫٤٣ × ١٠٠٠ طن فحم

أو طن نفط يكافىء ١٫٤٣ طن فحم

وبذلك فان ٢٥٠ طنا تكافىء ٢٥٠ × ١٫٤٣ طن فحم

أو ٢٥٠ طنا تكافىء ٣٥٧٫٥ طن فحم.

مثال (٢): احسب مقدار وحدات (ب ت يو) المخزونة في جالون اميركي من النفط؟ ما هو الجواب بالوحدات الفرنسية او الكالوري؟

الجواب: من جدول (٣ - ١): ١٠ براميل نفط تحوي ٥٤ مليون (ب ت يو)

لذلك فان برميل نفط يحوي ٥٫٤ مليون (ب ت يو)

وحيث ان برميل نفط = ٤٢ جالونا اميركيا

اذا ٤٢ جالون نفط تحوي ٥٫٤مليون (ب ت يو)

أو الجالون الاميركي يحوي (٥٫٤ مليون) ÷ (٤٢)

= ١٢٨ر مليون (ب ت يو)

لتحويل الجواب الى وحدات كالوري، نبدأ بالعلاقة بين الكالوري و(ب ت يو).

من جدول (٣ - ١): مليون (ب ت يو)= ٢٥٠ مليون كالوري

اذا ١٢٨ر٠ مليون (ب ت يو) = ١٢٨ر٠ × ٢٥٠ مليون كالوري

= ٣٢ مليون كالوري

اذا جالون واحد من النفط الخام يحوى ٣٢ مليون كالوري.

مثال (٣): ما هو مقدار الغاز الطبيعي باللترات المعادل لمقدار من النفط يساوي ٥٠ الف برميل؟

الجواب: من الجدول (٣ - ٢)، نرى ان بليون ليتر غاز طبيعي تكافىء ٥٫٨ × ١٠٠٠ برميل نفط

بضرب الطرفين في المقدار (٥٠ ÷ ٨ر٥) نحصل على الآتي :
(٥٠ ÷ ٨ر٥) بليون ليتر غاز يكافىء (٥٠ ÷ ٨ر٥) ٨ر٥ × ١٠٠٠
برميل نفط أو ٨ر٦٢ بليون ليتر غاز يكافىء ٥٠ الف برميل نفط.

مثال (٤) : احسب تكلفة كيلووات - ساعة من الكهرباء اذا علمت ان سعر النفط يساوي ٢٧ دولارا/برميل وذلك لحالتين: الاولى بافتراض ان معامل التحويل من النفط الى الكهرباء يساوي ١٠٠٪؟ والثانية بافتراض ان معامل التحويل يساوي ٢٥٪؟

الجـواب : **الحالة الاولى (معامل التحويل = ١٠٠٪)**

من جدول (٣ - ٢) : ١٠٠٠ برميل نفط تكافىء ٦٦ر١ بليون وات/ساعة

بقسمة الطرفين على ١٠٠٠ نحصل على :

برميل نفط يكافىء ٦٦ر١ مليون وات/ساعة

حيث ان المليون = ١٠٠٠ كيلو

إذاً، برميل نفط يكافىء ١٦٦٠ كيلووات/ساعة

وبما ان معامل التحويل = ١٠٠٪

فان تكلفة ١٦٦٠ كيلووات/ساعة = ٢٧ دولارا

وتكلفة كيلووات/ساعة (واحدة) = ٢٧ ÷ ١٦٦٠ = ٠١٦ر٠ دولار

أو = ٦ر١ سنت

الحالة الثانية (معامل التحويل = ٢٥٪)

من الجزء الاول : برميل نفط يكافىء ١٦٦٠ كيلووات/ساعة

ولكن بسبب عدم كفاءة التحويل فان ٢٥٪ من المحتوى الحراري فقط يستغل.

إذاً تكلفة ٢٥٪ (١٦٦٠) كيلووات/ساعة = ٢٧ دولارا

أو تكلفة ٤١٥ كيلووات/ساعة = ٢٧ دولارا

لذلك فان تكلفة كيلووات / ساعة (واحدة) = ٢٧ دولارا ÷ ٤١٥

= ٠٦٥ر دولار

أو = ٥ر٦ سنت

مثال (٥) : باستخدام المحتوى الحراري اساسا للمقارنة، ما هي قيمة ١٠٠٠ قدم٣ من الغاز الطبيعي، اذا علمت ان سعر النفط يساوي ٢٨ دولارا/ برميل؟

الجـواب : من جدول (٣ - ١): ١٠٠٠ قدم٣ غاز طبيعي تكافىء ١٠ وحدات ثرم

وحيث ان وحدة ثرم = ١٠٠ الف وحدة (ب ت يو)

اذا ١٠٠٠ قدم٣ غاز طبيعي تكافىء مليون وحدة (ب ت يو)

أيضا من الجدول (٣-١): ١٠ براميـل نفــط تكافىء ٥٤ مليون وحدة ب. ت. يو

إذاً برميل نفط يكافىء ٤ر٥ مليون وحدة (ب ت يو)

وحيث ان سعر برميل النفط = ٢٨ دولارا

فان تكلفة ٤ر٥ مليون (ب ت يو) = ٢٨ دولارا

أي ان تكلفة مليون (ب ت يو) = (٢٨ ÷ ٤ر٥) دولار

= ١٩ر٥ دولار

وحيث ان الغاز الطبيعي يحوي مليون وحدة (ب ت يو)/ ١٠٠٠ قدم٣

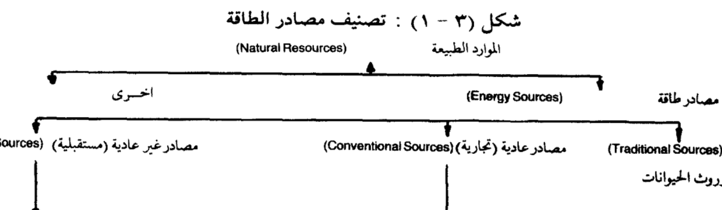
فان تكلفة ١٠٠٠قدم٣ = ١٩ر٥ دولار

ج - تقسيم مصادر الطاقة

ان مصادر الطاقة جزء من الموارد الطبيعية الموجودة في الارض. وتختلف هذه الموارد من حيث صفاتها ويمكن تصنيفها الى مصادر طاقة كالفحم والنفط ومصادر اخرى كالمعادن والبيئة والانهار. ويمكننا تقسيمها كذلك الى مجموعات حسب طبيعتها النضوبية، حيث ان هناك موارد ناضبة واخرى متجددة. والمقصود بالنضوب هو أن الكميات الموجودة من المورد في القشرة الأرضية محدودة وعليه فان استهلاكها يؤدي الى فنائها كلية. أما الموارد المتجددة فان استهلاكها لا يؤدي الى فنائها بسبب وجودها في الطبيعة بشكل مستمر كالرياح وأشعة الشمس وان كانت موجودة بشكل محدود في بعض الأحيان كالشلالات الموجودة في مناطق معينة من العالم. اضافة الى ما سبق فانه بامكاننا ايضا تقسيم الموارد سواء الناضبة أو المتجددة الى موارد عادية (أو تجارية) لكونها مستخدمة حاليا بشكل تجاري وأخرى غير عادية (أو مستقبلية) لعدم امكانية استخدامها حاليا بسبب عدم توافر التكنولوجيا أو ارتفاع تكاليفها مقارنة مع الموارد الأخرى المتوافرة. ولكن من المحتمل استخدام الموارد المستقبلية مع مرور الزمن بعد ان يتم تطويرها واثبات جدواها الاقتصادية. بالاضافة الى هذين الصنفين من الموارد هناك الموارد التقليدية، وهي الموارد المستخدمة في الدول النامية للأغراض غير الصناعية. وتمثل هذه الموارد نسبة كبيرة من استهلاك هذه الدول من موارد الطاقة ولكنها في طريقها الى الزوال مع ازدياد التحضر وتحول هذه المجتمعات نحو موارد الطاقة التجارية. ويوضح الشكل (٣-١) التصنيفات المختلفة لمصادر الطاقة.

ولعل من المناسب قبل الانتقال للحديث عن مصادر الطاقة المختلفة التطرق الى مفهوم احتياطي الطاقة من خلال توضيح كيفية تصنيف مخزون مصادر الطاقة الناضبة.

شكل (٣ - ١) : تصنيف مصادر الطاقة



مصادر عادية (تجارية) (Conventional Sources)

مصادر ناضبة (Non - Renewable Sources)
- أ- الوقود الأحفوري (Fossil Fuels)
  - النفط (Oil)
  - الغاز الطبيعي (Natural Gas)
  - الفحم (Coal)
- ب- الوقود النووي الانشطاري (Nuclear Fission Fuels)
  - اليورانيوم (Uranium)
  - الثوريوم (Thorium)

مصادر متجددة (Renewable Sources)
- أ- الطاقة المائية (Hydropower)
- ب- الطاقة الحرارية الجوفية (الجيوثرمالية) (Geothermal Power)

مصادر غير عادية (مستقبلية) (Un - Conventional Sources)

مصادر ناضبة (Non - Renewable Sources)
- أ- الوقود الأحفوري (Fossil Fuels)
  - النفط الثقيل (Heavy Oil)
  - نفط الصخور الزيتية (السجيل) (Shale Oil)
  - نفط رمال القار (Tar Sands)
  - الغاز الطبيعي غير المألوف (Un- Conventional Natural Gas)
- ب- الوقود النووي الاندماجي (Nuclear Fussion Fuels)
  - الديتريوم (Deuterium)
  - الليثيوم (Lithium)

مصادر متجددة (Renewable Sources)
- أ- الطاقة الشمسية المباشرة (Direct Solar Energy)
  - التحويل الحراري (Thermal Conversion)
  - التحويل الكهروضوئي (Photoelectric Conversion)
- ب- الطاقة الشمسية غير المباشرة (Indirect Solar Energy)
  - طاقة الرياح (Wind Energy)
  - طاقة الأمواج (Wave Energy)
  - طاقة المحيطات (Ocean Energy)
  - طاقة عضوية (Biomass Energy)
  - طاقة المد والجزر (Tidal Energy)
- ج - الهيدروجين (Hydrogen)

(ج – ١) تصنيف مخزون مصادر الطاقة الناضبة :

يمكن القول بشكل عام ان كلمة الاحتياطي (Reserve) في السابق لم تكن تدل على المقادير من الموارد الطبيعية التي يعرف وجودها بدقة، حيث وجدت اسباب عديدة جعلت ارقام الاحتياطي تتسم بالتغير ويسودها نوع من الغموض. كانت هذه الاسباب نابعة من، **أولا** : عدم اتفاق الجهات المختلفة المعنية بتقدير كميات الموارد على تعريف موحد لكلمة الاحتياطي مما جعل لهذه الكلمة معاني مختلفة من منطقة الى أخرى. **ثانيا** : اعتماد ارقام الاحتياطي على المعلومات الجيولوجية مما جعلها عرضة للشك بسبب طبيعة علم الجيولوجيا واعتمادها على التقديرات. **ثالثا** : اعتماد مفهوم الاحتياطي على الظروف الاقتصادية والتكنولوجية السائدة وتغير هذه الظروف بشكل كبير من فترة الى أخرى.

ولكن بسبب الخطوات التي اتبعتها بعض المؤسسات العالمية لتوحيد المصطلحات المستخدمة في تصنيف احتياطيات الموارد الطبيعية الناضبة وخصوصا المعادن والوقود الأحفوري بأنواعه، أصبح هناك نوع من الاتفاق على معاني التصنيفات المختلفة.

وعموما، هناك ثلاث خواص رئيسية ينبغي أخذها في الاعتبار عند تعريف الأصناف المختلفة من مخزون مورد ناضب، وهي مدى المعرفة الجيولوجية (الحدوث)، الجدوى الاقتصادية (الاقتصادية)، وأخيرا مدى توافر التكنولوجيا لاستغلال المورد (التقنية). ويمكن على اساس هذه العوامل تصنيف مخزون الموارد الطبيعية الناضبة الى ثلاثة اصناف رئيسية كما هو موضح في جدول (٣ – ٣)، وهي كالاتي :

الصنف الأول : الاحتياطيات المؤكدة القابلة للاسترداد

(Proved Recoverable Reserves)

ويحوى هذا الجزء الكميات من المورد التي توجد عنها معلومات جيولوجية دقيقة مبنية على مسوحات مكتملة بالاضافة الى توافر التكنولوجيا الضرورية والجدوى

الاقتصادية لانتاج هذه الكميات في الوقت الحاضر وتحت الظروف الاقتصادية السائدة.

جدول (٣ - ٣) : المصطلحات المستخدمة في تصنيف مخزون الموارد الطبيعية .

الصنف	الصفات		
	الحدوث	الاقتصادية	التكنولوجيا
الاحتياطيات المؤكدة (Proved Reserves)	معروف	مستوى التكلفة الحالية	متوافرة حاليا
الموارد الاضافية (Additional Resources)	معروف + غير معروف	مستوى تكلفة معينة	متوافرة حاليا ومستقبليا
المصادر (Resource Base)	معروف + غير معروف	التكلفة غير مهمة	متوافرة أوغير متوافرة

المصدر: Natural Resource Economics, Charles Howe, 1979, Page 1979,

وتشكل هذه الكمية عادة نسبة معينة من الاحتياطي المعروف في منطقة ما بناء على المعلومات المستقاة من المسوحات الجيولوجية الدقيقة. وتختلف هذه النسبة من مورد الى آخر تبعا لتفاوت نسبة الاسترداد. ففي حين تبلغ نسبة الاسترداد من الغاز الطبيعي حوالي ٨٠-٩٠٪ من الاحتياطي المعروف فان تلك النسبة لا تكاد تبلغ ٤٠-٥٠٪ للنفط الخام. هذا ومن الممكن رفع نسبة الاسترداد من خلال اتباع خطوات اضافية في مرحلة الانتاج. ويشار الى الاحتياطيات المؤكدة القابلة للاسترداد بالاحتياطيات المؤكدة فحسب.

الصنف الثاني : الموارد الاضافية (Additional Resources)

تشمل الموارد الاضافية الكميات الاضافية من المورد سواء المعروفة بدقة أو التي يتوقع وجودها بمقدار معين من الثقة والتي تعتبر ذات جدوى اقتصادية عند

مستوى تكلفة معينة وتكون التكنولوجيا الضرورية لاستغلالها معروفة ومتوافرة حاليا ومستقبلا .

الصنف الثالث : المصادر (Resource Base)

يتضمن هذا الصنف الكميات من الموارد المتواجدة طبيعيا في القشرة الأرضية المعروفة والافتراضية التي هي ذات قيمة اقتصادية حاليا أو التي يمكن افتراض تحقق قيمتها الاقتصادية مستقبلا . ويمكن اعتبار هذا المفهوم جيولوجيا صرفا لا يرتبط بمقياس زمني أو بالتعقيدات التكنولوجية .

يتضح مما ذكرنا سابقا أن مقادير الاحتياطيات المؤكدة من الموارد غير ثابتة لاعتمادها على عدة عوامل قد تتغير من فترة الى أخرى . فعلى سبيل المثال ، تزداد كمية الاحتياطي المؤكد بزيادة الثقة في المعلومات الجيولوجية الناتجة من المسوحات أو بسبب زيادة الأسعار السائدة للمورد وأخيرا نتيجة لتقدم التكنولوجيا المستخدمة في الانتاج .

هذا وسنتطرق لاحتياطيات مصادر الطاقة الناضبة غير العادية والتي تم تصنيفها الى احتياطيات معروفة (Known) وأخرى محتملة (Probable) في الجزء (ج - ٣) . ونكتفي هنا بالتنويه الى أن النوع الأول يشير الى الكميات المعروف وجودها وتتوافر المعلومات الجيولوجية الكافية عنها ، في حين يعتمد النوع الثاني على المسوحات الجيولوجية غير الكاملة ويشمل عادة المقادير الاضافية من المورد ذات الجودة المنخفضة . ولكن في كلتا الحالتين لا تعتبر هذه الاحتياطيات مؤكدة لعدم توافر أحد الشروط الأساسية وهو الجدوى الاقتصادية في الوقت الحاضر وتحت الظروف التكنولوجية السائدة .

(ج - ٢) مصادر الطاقة التجارية (العادية) :
(Conventional Energy Sources)

سبق وأن أشرنا الى أن هذه المصادر تتميز بانتشار استخداماتها بشكل تجاري في العالم وخاصة في اشباع احتياجات الدول المتقدمة صناعيا من الطاقة الأولية ،

بالاضافة الى احتياجات القطاعات الصناعية الحديثة في الدول النامية. ومن المتوقع ان تستمر هذه المصادر في اشباع الطلب على الطاقة في المدى القصير والمتوسط.

وتنقسم هذه المصادر الى صنفين رئيسيين (كما هو موضح في شكل ٣-١) هما المصادر الناضبة العادية والمصادر المتجددة العادية. ونستعرض فيما يلي كل مجموعة بشيء من التفصيل.

أولا: المصادر الناضبة العادية: (Conventional Non-Renewable Sources)

تتسم هذه المصادر بمحدودية الكميات الموجودة منها في الطبيعة وفنائها عند الاستخدام. وتنقسم هذه المصادر بحسب طبيعتها الجيولوجية الى قسمين رئيسيين، **أولا**، الوقود الأحفوري (Fossil Fuel) الذي يشمل الفحم والنفط والغاز الطبيعي والصخور الزيتية ورمال القار والغاز الطبيعي من التكوينات الجيولوجية غير العادية. وتتميز هذه المصادر بتشابه تركيبها الكيماوي لكونها جميعا من أصل هيدروكربوني واحد ولكنها تختلف من حيث خواصها الطبيعية. ونكتفي في هذا الجزء باستعراض الفحم والنفط والغاز الطبيعي لكونها مصادر طاقة تجارية في حين نؤجل الحديث عن الأصناف الأخرى الى الجزء المتعلق بالمصادر غير العادية. أما القسم **الثاني** من المصادر الناضبة العادية فيشمل الوقود النووي الانشطاري وبالذات معدني اليورانيوم والثوريوم.

نتناول في بقية هذا الجزء كل مصدر من المصادر الناضبة العادية بشكل مستقل وبالتفصيل حيث نستعرض احتياطيات واصناف كل مصدر بالاضافة الى التوزيع الجغرافي للاحتياطيات حسب المجموعات الدولية وحسب أهم الدول. وسوف نستعين في دراستنا هذه بالبيانات الشاملة التي نشرها مؤتمر الطاقة العالمي (World Energy Conference) المنعقد في سنة ١٩٨٠ بالاضافة الى البيانات الحديثة التي نشرتها المؤسسات والهيئات الأخرى وذلك في حالة توافرها بشكل ملائم.

الفحـــم : (Coal)

وهـو مادة صلبـة أصلهـا نباتي تكونت بسبب تعرض النباتات المدفونة في باطن الأرض في الأزمنـة الغـابـرة لظروف معينة من ضغط وحرارة لمدة طويلة من الزمن. وقـد أدى ذلـك الى تصلبهـا وتحللها الكيماوي الى ذرات كربون مع مقادير متفاوتة من مركبات اخرى كالهيدروجين والاكسجين والنيتروجين والكبريت.

وتتـواجـد في الطبيعـة أصنـاف مختلفة من الفحم تبعا لعمر المادة المتكونة أي فترة بقائها تحت سطح الأرض. فهناك الفحم الأولي (Peat) الذي يعتبر من أردأ الأنواع وأقصـرهـا عمـرا. ويتميـز هذا الصنف بانخفـاض محتـواه الحـراري وارتفاع نسبة الـرطـوبـة فيه. أما الأنواع الأخرى الأطول عمرا بالترتيب فهي اللغنيت (Lignite) والبتيـومينس (Bituminous) وأخـيرا الانثـراسيت (Anthracite) الـذي يعتـبر أقـدمها وأقلهـا احتـواء للرطـوبـة. ويـوضـح جدول (٣-٤) الخـواص المختلفـة لأصناف الفحم. من الـواضـح أن هناك تفاوتا كبيرا بين المحتوى الحراري لهذه الأصناف،

جدول (٣ - ٤) : اصناف الفحم وخواصها الكيماوية

الصنف	الرطوبة ٪	المكونات (٪)[1]			المحتوى الحراري[2]
		الكربون	الهيدروجين	الاكسجين	الف ب ت يو/كيلوجرام
الفحم الأولي	٧٠ - ٩٠	٤٥ - ٦٠	٣٫٥ - ٦٫٨	٢٠ - ٤٥	١٦٫٥ - ٢١٫١
اللغنيت	٣٠ - ٥٠	٦٠ - ٧٥	٤٫٥ - ٥٫٥	١٧ - ٣٥	٢٦٫٤ - ٢٨٫٦
البتيومينس[3]	١ - ٢٠	٧٥ - ٩٢	٤ - ٥٫٦	٣ - ٢٠	٢٧٫٧ - ٣٥٫٢
الانثراسيت	١٫٥ - ٣٫٥	٩٢ - ٩٥	٢٫٩ - ٤	٢ - ٣	٣٣٫٩ - ٣٥٫٢

المـصـــدر: Energy: Crisis or Opportunity, An Introduction to Energy Studies, Diana Schumacher, McMillan Publishers Ltd, London, 1985, Page 76.

ملاحظات: (١) المكونات محسوبة على اساس الوزن بعد التجفيف والتنظيف.
(٢) تم تحويل المحتوى الحراري من ب ت يو/ رطل الى ب ت يو/كيلو جرام.
(٣) يتم في معظم الأحيـان تقسيم صنف البتيـومينس الى نوعـين كما هو موضح في جدول الاحتياطيات (انظر جدول ٣ - ٥)

حيث يحوى صنف الانثراسيت على اكثر من ضعف المحتوى الحراري للفحم الأولي للوحدة الوزنية. وعادة ما يشار الى صنفي الانثراسيت والبتيومينس بالفحم الصلب أو الحجري (Hard Coal) في حين يطلق على الأصناف الأخرى تسمية الفحم اللين.

ولتوضيح المقادير المتوافرة من الفحم بأصنافه المختلفة نستعرض جدول (٣-٥) الذي يصنف الكميات على اساس احتياطي مؤكد وموارد اضافية. من الملاحظ ان الفحم الصلب يشكل النسبة العظمى (٧٠ر٤٪) من مجمل الاحتياطي المؤكد في حين تشكل الأصناف الأخرى ما نسبته ١٦ر١٪ للبتيومينس الأدنى

جدول (٣ - ٥) : احتياطيات الفحم حسب انواعه في العالم، ١٩٧٩.
(بليون برميل مكافىء نفط)

التصنيف	الانثراسيت والبتيومينس		البتيومنس الأدنى		اللغنيت		الفحم الأولي		المجموع	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
الاحتياطي المؤكد	٢٤٨٢ر٥	٧٠ر٤	٥٦٨ر١	١٦ر١	٤٤٨ر٥	١٢ر٧	٢٩ر٥	٨ر	٣٥٢٨ر٦	١٠٠
الموارد الاضافية	٣١٣٦٣ر٢	٦١ر٠	١٥٢٢٧ر١	٢٩ر٦	٤٣١٨ر١	٨ر٤	٥١٥ر٦	١ر٠	٥١٤٢٤ر٠	١٠٠
المجموع	٣٣٨٤٥ر٧	٦١ر٦	١٥٧٩٥ر٢	٢٨ر٧	٤٧٦٦ر٦	٨ر٧	٥٤٥ر١	١ر٠	٥٤٩٥٢ر٨	١٠٠

المصدر: World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980 Survey of Energy Resources.

ملاحظة: يصنف الفحم في هذا الجدول الى اربعة انواع مع ملاحظة تقسيم صنف البتيومينس الى قسمين - احدهما مشابه للانثراسيت والآخر أقل قيمة منه.

(Sub-Bituminous) و١٢ر٧٪ للغنيت وأخيرا ٠ر٨٪ للفحم الأولي. أي أن العالم يمتلك مقدارا كبيرا من اصناف الفحم المفضلة (ذات المحتوى الحراري المرتفع) مقارنة بالأصناف الرديئة. أما الموارد الاضافية من الفحم فانها تشكل مخزونا هائلا

من الطاقة وتحتل الاصناف المفضلة الثلاثة أعلاه فيها ما نسبته ٦١٪ و٦ر٢٩٪ و٤ر٨٪ بالترتيب من المجموع.

ويبين جدول (٣-٦) التوزيع الجغرافي لهذه المقادير الهائلة من الفحم. يتضح من ارقام الجدول مدى تركز الاحتياطيات المؤكدة من الفحم، حيث تمتلك كل من امريكا والاتحاد السوفيتي ما نسبته ٩ر٢٨٪ و٤ر٢٤٪ على التوالي من الاجمالي، بينما تمتلك اوروبا ٢٠٪ وآسيا ٧ر١٦٪. وتتركز الموارد الاضافية من الفحم بشكل رئيسي في الاتحاد السوفيتي (٢ر٤٤٪) وامريكا (٤ر٢٩٪) في حين تحوز آسيا على حصة تعادل ٤ر١٤٪.

ولمقارنة توزيع مصادر الفحم حسب المجموعات السياسية، نلاحظ ان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) تستحوذ على ٨ر٤٥٪ من الاحتياطيات المؤكدة في حين تشكل نسبة مجموعة الدول الاشتراكية (CPE) حوالي ١ر٣١٪. أما دول اوروبا الغربية (المجموعة الاوروبية) فتمتلك ما نسبته ٧ر١١٪ من اجمالي الاحتياطيات المؤكدة في العالم. ولا تحوز دول الأوبك إلا على مقدار ضئيل جدا من الاحتياطي العالمي لا يتعدى ١ر٤٪.

ولا تختلف الصورة عند النظر الى الموارد الاضافية حيث ان الدول الصناعية الغربية والشرقية تمتلك فيما بينها الجزء الأهم من هذه الموارد. لذلك فانه يمكننا القول بأن احتياطيات الفحم المؤكدة والاضافية تتركز بشكل أساسي في الدول الصناعية المتقدمة مع وجود مقادير ضئيلة في أجزاء العالم الأخرى.

للتعرف على توزيع احتياطيات الفحم حسب أهم الدول وحصة كل دولة الى اجمالي احتياطي العالم، يرجع الى جدول (٣-٧)، حيث تظهر الارقام مدى تركز احتياطيات الفحم في عدد صغير من الدول. فالدول الثلاث العظمى وهي الولايات المتحدة وروسيا والصين مجتمعة تمتلك حوالي ٦٦٪ من اجمالي

جدول (٣ - ٦) : الاحتياطيات المعروفة من الفحم في العالم، ١٩٧٩ و١٩٨٥ .[1]

(بليون برميل مكافىء نفط)

المنطقة	الاحتياطيات المؤكدة (١٩٧٩)		الموارد الاضافية (١٩٧٩)		الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٥)	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
افريقيا	١٦٥ر٣	٤ر٧	٧٤٥ر٧	١ر٥	٣٠٠ر٨	٦ر٢
امريكا	١٠١٩ر١	٢٨ر٩	١٥١١٨ر١	٢٩ر٤	١٣٦٧ر٨	٢٨ر٢
آسيا	٥٩١ر٠	١٦ر٧	٧٤٠١ر٨	١٤ر٤	٥٩٦ر٢	١٢ر٣
الاتحاد السوفيتي	٨٦٠ر٨	٢٤ر٤	٢٢٧٥٢ر٥	٤٤ر٢	١٢٢٦ر٨	٢٥ر٣
اوروبا	٧٠٦ر٥	٢٠ر٠	٢٢٨١ر٥	٤ر٤	٨٣١ر٤	١٧ر١
اوقيانوسيا / استراليا	١٨٥ر٣	٥ر٣	٣١٢٤ر٤	٦ر١	٣٤٢ر٣	٧ر٠
العالم	٣٥٢٨ر٦	١٠٠ر٠	٥١٤٢٤ر٠	١٠٠ر٠	٤٨٥٨ر٦	١٠٠ر٠
المجموعة الاوروبية(EEC)	٤١٢ر٨	١١ر٧	١٧٢٠ر٠	٣ر٣		
منظمة التعاون (OECD)	١٦١٦ر٢	٤٥ر٨	١٩٨٠٥ر٣	٣٨ر٥		
مجموعة الكوميكون (COMECON)	١٠٩٧ر٥	٣١ر١	٢٣٢٨٣ر٤	٤٥ر٣		
الدول النامية (LDC)	١٣ر٢	٣ر٨	١٢٨٥ر٨	٢ر٥		
الأوبك (OPEC)	٤ر١	٠ر١	١١٩ر٦	٠ر٢		

المصـــدر: World Energy Conference 1980 Survey of Energy Resources, Munich, September 1980.

- BP Statistical Review of World Energy, June 1986.

ملاحظة: تم تحويل المقادير من بليون طن مكافىء الى بليون برميل مكافىء نفط باستخدام معامل التحويل واحد طن مكافىء نفط = ١ر٤٤ طن مكافىء فحم وطن نفط = ٧ر٣٣ برميل نفط، أي ان طن واحد مكافىء فحم = ٥ر٠٩٠٣ برميل نفط مكافىء.

جدول (٣ - ٧) : احتياطيات الفحم المؤكدة والاضافية حسب أهم الدول، ١٩٧٩ - ١٩٨٥.

(بليـون طـن فحـم)

الدولة	الاحتياطيات المؤكدة (١٩٧٩)		الموارد الاضافية (١٩٧٩)		الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٥)	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
الولايات المتحدة	١٩٠ر٩	٢٧ر٥	٢٥٢٩ر١	٢٥ر٠	٢٥٧ر٠	٢٦ر٩
روسيا	١٦٩ر١	٢٤ر٤	٤٤٧٠ر٠	٤٤ر٢	٢٤١ر٠	٢٥ر٢
الصين	٩٩ر٠	١٤ر٣	١٣٣٩ر٨	١٣ر٣	٩٩ر٠	١٠ر٤
بريطانيا	٤٨ر٦	٧ر٠	٢٠٢ر٢	٢ر٠	١٠ر٧٥	١ر١
بولندا	٢٧ر٠	٣ر٩	٨٤ر٠	٠ر٨	٣٩ر٠	٤ر١
استراليا	٣٦ر٣	٥ر٢	٦١ر٢	٠ر٦	٦٧ر١٥	٧ر٠
جنوب افريقيا	٢٥ر٣	٣ر٦	٣٣ر٧	٠ر٣	٥١ر٩	٥ر٤
المانيا الغربية	٣٥ر٠	٥ر٠	١٨ر٦	٠ر٢	٦٥ر١	٦ر٨
الهند	١٣ر١	١ر٩	٩١ر٢	٠ر٩	١٤ر٢	١ر٥
كندا	٤ر٦	٠ر٧	٤٠٣ر٩	٤ر٠	٥ر٩	٠ر٦
يوغسلافيا	٨ر٧	١ر٣	٢ر٠	٠ر٠	–	–
المانيا الشرقية	٧ر٥	١ر١	٠ر٥	٠ر٠	٢٥ر٠	٢ر٦
العالم	٦٩٣ر٢	١٠٠	١٠١٠٢ر٤	١٠٠	٩٥٤ر٥	١٠٠ر٠

المصـــدر: - World Energy Supply: Resources, Technologies, Perspectives, Manfred Grathwohl, Page 80, Table (3-6). Based on World Energy Conference 1980: Survey of Energy Resources. Munich, Sept. 1980.

- BP Statistical Review of World Energy, June 1986.

ملاحظة: (١) لتحويل وحدات بليون طن فحم الى بليون برميل مكافىء نفط استخدم الآتي : طن مكافىء نفط = ١ر٤٤ طن فحم، طن نفط = ٧ر٣٣ برميل.

(٢) يعطي المصدر المـذكور الاحتياطيات المؤكدة والموارد الاضافية لكل صنف على حدة بينما تم تجميعها في الجدول أعلاه لتبسيط المقارنة.

(٣) (–) تعني غير متوافر.

الاحتياطيات المؤكدة في العالم وحوالي ٨٢٫٥٪ من الموارد الاضافية. أضف الى ذلك فان أهم اثنتي عشرة دولة (المذكورة في الجدول) تمتلك ٩٦٪ و٩١٪ من الاحتياطيات المؤكدة والموارد الاضافية على التوالي. وللتعرف على توزيع انتاج الفحم بأصنافه المختلفة في أهم الدول نستعرض جدول (٣-٨) الذي يبين حجم الانتاج وعمر الاحتياطي لأهم تسع دول منتجة للفحم. ويتبين من الجدول ان اهم ثلاث دول تنتج اكثر من ٧٠٪ من اجمالي الانتاج العالمي من الفحم الصلب الذي بلغ(عام ١٩٧٩)٢٥٦٦٫٨ طن فحم (حوالي ٣٦ مليون برميل مكافىء نفط/اليوم) في حين بلغ انتاج الدول الأخرى من الفحم الصلب ما نسبته حوالي ٣٪ لكل منها ما عدا بولندا التي أنتجت ما يقارب ٧٪ من اجمالي الانتاج العالمي. ويتضح اعتمادا على حجم الانتاج العالمي في سنة ١٩٧٩ أن عمر الاحتياطي المؤكد من الفحم الصلب يبلغ ١٩٠ سنة، في حين يتفاوت هذا الرقم من دولة الى اخرى حيث يبلغ اقصاه في بريطانيا (٣٧٠ سنة) وأدناه في الهند (١٢٠ سنة).
أما الفحم اللين فان انتاجه سنة ١٩٧٩ كان متركزا في اربع دول فقط هي الولايات المتحدة وروسيا واستراليا والمانيا الغربية. ويبلغ عمر الاحتياطي من الفحم اللين على اساس انتاج سنة ١٩٧٩ حوالي ٢٢٦٠ سنة في الولايات المتحدة و٣٧٠ سنة في الاتحاد السوفيتي و٣٤٠ سنة في استراليا وأخيرا ٨٠ سنة في المانيا الغربية. هذا وقد بلغ اجمالي انتاج الفحم اللين في سنة ١٩٧٩ حوالي ٩٥١ مليون طن (١٣٫٥ مليون برميل مكافىء نفط) سنة ١٩٧٩. ولا شك ان ارتفاع معدلات الانتاج من كلا الصنفين مستقبلا سوف يؤدي الى تدني عمر الاحتياطي بشكل كبير وخصوصا في الدول الكبرى.

أما الانتاج العالمي من الفحم سنة ١٩٨٥ فقد بلغ ٣٢٧٠٫١ مليون طن وصلت حصة كل من الصين والولايات المتحدة فيه حوالي ٢٣٪ و٢٢٪ على التوالي، بينما جاءت روسيا في المرتبة الثالثة بنسبة ١٦٪. هذا ومن الملاحظ ان انتاج كل من جنوب افريقيا والهند قد ازداد بشكل كبير خلال الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٥. وأخيرا يتميز استهلاك الفحم في تركزه في مناطق انتاجه ما عدا في عدد محدود من الدول. وتأتي الولايات المتحدة وبولندا وجنوب افريقيا واستراليا في

جدول (٣ – ٨) : احتياطيات وانتاج اصناف الفحم حسب أهم الدول، ١٩٧٩ و ١٩٨٥.
(الاحتياطي بليون طن فحم، الانتاج: مليون طن فحم)

الدولة	الانثراسيت والبتيومينس			البتيومينس الأدنى واللغنيت			اجمالي
	الاحتياطي المؤكد	الانتاج ١٩٧٩	عمر الاحتياطي (سنوات)	الاحتياطي المؤكد	الانتاج ١٩٧٩	عمر الاحتياطي (سنوات)	الانتاج ١٩٨٥
الولايات المتحدة	١٠٧٫٢	٦٤٥٫٧	١٦٥	٨٣٫٧	٣٧٫٠	٢٢٦٠	٧١١٫٩
الاتحاد السوفيتي	١٠٤٫٠	٥٥٧٫٤	١٩٠	٦١٫٥	١٦٦٫٢	٣٧٠	٥٢٣٫٠
الصين	٩٩٫٠	٦٦٠٫٠	١٥٠	–	–	–	٧٣٨٫٦
بريطانيا	٤٥٫٠	١٢١٫٦	٣٧٠	٣٫٦	–	–	٨٢٫٤
بولندا	٢٧٫٠	٢٠٠٫٠	١٣٥	–	–	–	٢٠١٫٠
استراليا	٢٥٫٤	٨٤٫٧	٣٠٠	١٠٫٩	٣٢٫١	٣٤٠	١١٨٫١
جنوب افريقيا	٢٥٫٣	٩٥٫٥	٢٦٥	–	–	–	١٤٦٫١*
المانيا الغربية	٢٤٫٠	٩٢٫٣	٢٦٠	١٠٫٥	١٣١٫٣	٨٠	١١٩٫٢
الهند	١٢٫٦	١٠٥٫٠	١٢٠	٠٫٥	–	–	١٤٦٫٧
العالم	٤٨٧٫٧	٢٥٦٦٫٨	١٩٠	١٩٩٫٧	٩٥١٫٠	٢١٠	٣٢٧٠٫١

المصـــدر: - World Energy Supply: Resources, Technologies and Perspectives, Manfred Grathwohl, Tables (3-5),(3-6) & (3-8), Pages 78,80 & 83; Walter de Gruyter & Co., Berlin, 1982.

- BP Statistical Review of World Energy, June 1986.

ملاحظات: (١) (–) تعني رقما صغيرا أو صفرا.

(٢) بلغ اجمالي انتاج الفحم بأنواعه المختلفة سنة ١٩٧٩ في العالم حوالي ٣٧٤٨ مليون طن (حوالي ٥٢ مليون برميل مكافىء نفط/اليوم).

(٣) تبلغ تكلفة انتاج الفحم حوالي ٣٠ دولار/طن في معظم دول العالم ما عدا الولايات المتحدة وكندا حيث بلغت اقل من ١٥ دولار/طن في سنة ١٩٧٩.

(٤) بالنسبة لاجمالي انتاج الدول في سنة ١٩٨٥ فقد تم تحويل الأرقام من طن مكافىء نفط الى طن فحم باستخدام معامل التحويل الآتي: طن نفط= ١٫٤٤ طن فحم.

(*) تدل على ان الانتاج كان لسنة ١٩٨٤، حيث لم تتوفر البيانات عن انتاج ١٩٨٥.

طليعة الدول المصدرة للفحم. أما الدول المستوردة للفحم فهي اوروبا الغربية واليابان بشكل رئيسي.

وفيما يتعلق باستخدامات الفحم في الوقت الحاضر فانها تتركز أساسا في انتاج الكهرباء وكوقود في بعض الصناعات الثقيلة كالحديد والصلب وذلك بعد معالجته لانتاج فحم الكوك الذي يتميز بارتفاع محتواه الحراري وخواصه الفريدة لهذه الاستخدامات. كذلك يستخدم الفحم بشكل محدود في انتاج بديل الغاز الطبيعي وكوقود في وسائل النقل وخصوصا القطارات. أما الاستخدامات المستقبلية فهي عديدة نذكر منها الاتي:

١- انتاج الغاز التركيبي (Synthesis Gas) الذي يتكون أساسا من الهيدروجين وأول اكسيد الكربون ويستخدم في الصناعة.

٢- انتاج غاز طبيعي اصطناعي (Synthetic Natural Gas) من خلال تسخين الفحم في ظروف معينة.

٣- انتاج الميثانول (Methanol) باستخدام الغاز الطبيعي الاصطناعي.

٤- اسالة الفحم (Coal Liquefaction) لانتاج بديل للنفط أو الوقود الصناعي (Synthetic Fuel) الذي يمكن تكريره لانتاج عدد كبير من المنتجات النفطية.

٥- انتاج غاز الميثان (Methane) مباشرة من مناجم الفحم باستخدام الحرارة العالية.

نذكر أخيرا ان طرق تعدين الفحم تختلف تبعا للمناطق التي تتواجد فيها هذه الموارد الا ان هناك طريقتين أساسيتين: الأولى طريقة التعدين السطحي (Surface Mining) وتتم عن طريق رفع التربة واستخلاص الفحم ومن ثم اعادة التربة الى مكانها. وتسمى الطريقة الثانية بالتعدين العميق (Deep - Mining) وتتم من خلال حفر انفاق تحت الارض للوصول الى الفحم لاستخلاصه مع ترك أعمدة ضخمة من الفحم في هذه الانفاق لمنع سقوط السقف.

النفط: (Crude Oil)

يتكون النفط (البترول) من مزيج من سوائل هيدروكربونية تتشابه في تركيبها الكيماوي مع الفحم والغاز الطبيعي حيث تحتوي على مركبات الكربون

والهيدروجين والاكسجين والنيتروجين وأخيرا الكبريت بنسب متفاوتة. ويعتقد أن ظروف تكون النفط كانت متشابهة للأنواع الأخرى من الوقود الاحفوري كالفحم والغاز حيث تعرضت المواد العضوية الناتجة من تحلل النباتات والحيوانات الى ظروف خاصة من ضغط وحرارة في جوف الارض. وتختلف النفوط فيما بينها من حيث صفاتها ونسبة ما تحويه من المركبات المختلفة. وسنتطرق في الفصل الخامس الى النفط بشيء من التفصيل وخصوصا فيما يتعلق بصفاته وتواجده في الطبيعة وأخيرا كيفية انتاجه.

تتركز احتياطيات النفط المؤكدة بشكل أساسي في منطقة الشرق الاوسط كما هو مبين في جدول (٣-٩)،حيث يتواجد في هذه المنطقة ٥٧٪ من اجمالي الاحتياطي المؤكد في العالم. وتتوزع الكميات الباقية على المناطق الاخرى في العالم حيث تمتلك دول المعسكر الاشتراكي حوالي ١٤٪. أما توزيع الموارد النفطية الاضافية فانه يمتاز بتركزه في دول المعسكر الاشتراكي حيث تصل حصتها الى حوالي ٣٠٪ من الاجمالي في حين تمتلك دول الشرق الاوسط حوالي ربع هذه الموارد الاضافية. وتأتي افريقيا في المرتبة الثالثة بنسبة ١٦٪.

عند تقسيم العالم الى المجموعات السياسية الاقتصادية المعروفة كما هو موضح ايضا في جدول (٣-٩) نلاحظ أن الدول الاعضاء في الاوبك تمتلك معظم احتياطيات النفط المؤكدة (٦٩٪). ولا شك ان هذه تشكل نسبة هائلة مقارنة بما تمتلكه المجموعات الاخرى. فالدول الاشتراكية تحوز على ١٤٪ في حين تشكل نسبة دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية حوالي ٩٪ فقط. وبالنظر الى الموارد الاضافية نلاحظ ان هذا التفاوت في النسب موجود ايضا بالنسبة للمجموعات السياسية ولكن بحدة أقل. ففي حين تمتلك دول الاوبك ما نسبته ٣٦٪ من هذه الموارد، نرى ان دول المعسكر الاشتراكي تحوز على ٣٠٪. وعند النظر الى ارقام الاحتياطيات المؤكدة لسنة ١٩٨٦ نرى صورة شبيهة لتلك الموضحة سابقا.

يوضح جدول (٣ - ١٠) توزيع الاحتياطي النفطي حسب أهم الدول حيث تأتي المملكة العربية السعودية في مقدمة الدول من حيث الاحتياطيات المؤكدة نظرا لتركز حوالي ربع الاحتياطي العالمي المؤكد فيها في حين يأتي الاتحاد

جدول (٣ - ٩) : توزيع احتياطيات النفط المؤكدة والاضافية حسب المناطق السياسية، ١٩٧٩ و١٩٨٦.

(بليون برميل مكافىء نفط)

المنطقة	الاحتياطيات المؤكدة (١٩٧٩)		الموارد الاضافية (١٩٧٩)		الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٦)	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
افريقيا	٥٨ر٩	٩	٢٤٩ر٢	١٦	٥٦ر٧	٨
امريكا الشمالية	٣٢ر٨	٥	١٧٥ر٩	١١	٣٤ر٥	٥
امريكا اللاتينية	٥٧ر٠	٩	٨٨ر٠	٦	٨٤ر٢	١٢
الشرق الأقصى وآسيا	١٧ر٥	٣	٨٨ر٠	٦	١٨ر٩	٣
الشرق الأوسط	٣٧٤ر٢	٥٧	٣٨١ر٢	٢٤	٣٩٨ر٠	٥٧
اوروبا الغربية	٢٠ر٠	٣	٧٣ر٣	٥	٢٦ر٤	٤
دول التخطيط المركزي	٩٣ر١	١٤	٤٦٩ر١	٣٠	٨١ر٤	١٢
القطب الجنوبي	-	-	٢٩ر٣	٢	-	-
العالم	٦٥٣ر٤	١٠٠	١٥٥٤ر٠	١٠٠	٧٠٠ر١	١٠٠
منظمة التعاون الاقتصادي	٥٤ر٨	٩	٢٥٦ر٦	١٧	٦٠ر٩	٨ر٧
دول التخطيط المركزي	٩٣ر١	١٤	٤٦٩ر١	٣٠	٨١ر٤	١٢
دول الأوبك	٤٥٢ر٨	٦٩	٥٧١ر٧	٣٦	٤٧٥ر١	٦٨
اخرى	٥٢ر٦	٨	٢٥٦ر٦	١٧	٨٢ر٧	١١ر٨

المصـــدر: - World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980.

- Oil and Gas Journal, April, 1986.

ملاحظة: (١) تم تحويل الأرقام من طن نفط الى برميل نفط باستخدام معامل التحويل طن= ٧ر٣٣ برميل.

(٢) المحتوى الحراري لطن نفط يساوي ٤٢ر٢ بليون جول.

(٣) الاحتياطيات المؤكدة لسنة ١٩٨٦ تمثل ارقام شهر يناير ١٩٨٦.

(٤) (-) تعني رقما صغيرا أو صفرا.

جدول (٣ - ١٠) : توزيع احتياطيات النفط حسب أهم الدول، ١٩٧٩ و١٩٨٦ .

(بليون برميل نفط)

المنطقة	الاحتياطيات المؤكدة (١٩٧٩)		الموارد الاضافية (١٩٧٩)		الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٦)	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية[٣]	٪
السعودية	١٦٨ر٦	٢٥ر٨	١٤٦ر٦	١٥ر٥	١٦٨ر٨	٢٤ر١
روسيا	٧١ر١	١٠ر٩	٢٦٢ر٤	١٦ر٩	٦١ر٠	٨ر٧
الكويت	٦٦ر٧	١٠ر٢	١٣ر٢	٠ر٨	٨٩ر٨	١٢ر٨
ايران	٥٩ر٤	٩ر١	٧٢ر٦	٤ر٧	٤٧ر٩	٦ر٨
العراق	٣٢ر٣	٤ر٩	١٢٣ر١	٧ر٩	٤٤ر١	٦ر٣
الامارات	٣١ر٥	٤ر٨	٣٥ر٢	٢ر٣	٣١ر٠	٤ر٤
المكسيك	٢٩ر٧	٤ر٥	٥٥ر٢	٣ر٦	٤٩ر٣	٧ر٠
الولايات المتحدة	٢٧ر٥	٤ر٢	١١٧ر١	٧ر٥	٢٨ر٠	٤ر٠
ليبيا	٢٤ر٢	٣ر٧	٣١ر٩	٢ر١	٢١ر٣	٣ر٠
الصين	١٩ر٨	٣ر٠	١٠٤ر٨	٦ر٧	١٨ر٤	٢ر٦
فنزويلا	١٩ر٢	٢ر٩	٨ر٤[١]	٠ر٥	٢٥ر٦	٣ر٧
نيجيريا	١٨ر٣	٢ر٨	٤٥ر٢	٢ر٩	١٦ر٦	٢ر٤
بريطانيا	١٤ر٠	٢ر١	١٦ر٦	١ر١	١٣ر٠	١ر٩
اندونيسيا	١٠ر٣	١ر٦	٥٣ر٢	٣ر٤	٨ر٥	١ر٢
الجزائر	٨ر٣	١ر٣	٣٢ر٤	٢ر١	٨ر٨	١ر٣
كندا	٥ر٣	٠ر٨	٧٠ر٠	٤ر٥	٦ر٥	٠ر٩
النرويج	٤ر٠	٠ر٦	٥٤ر٦	٣ر٥	١٠ر٩	١ر٦
قطر	٤ر٠	٠ر٦	١ر٨	٠ر١	٣ر٤[٢]	٠ر٥
مصر	٣ر٢	٠ر٥	٢٢ر٥	١ر٤	٣ر٩	٠ر٦
عمان	٢ر٥	٠ر٤	٤ر٨	٠ر٣	٤ر٠	٠ر٦
الدول الأخرى	٣٣ر٥	٥ر١	٢٨٢ر٤	١٨ر٢	٣٩ر٣	٥ر٦
العالم	٦٥٣ر٤	١٠٠	١٥٥٤ر٠	١٠٠	٧٠٠ر١	١٠٠

المصـدر : - World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980.

- Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute, Vol. 6, No. 2, May 1986.

ملاحظة : (١) الأرقام مأخوذة من عدد سنة ١٩٨٣ من المصدر الأول .

(٢) الأرقام مأخوذة من عدد سنة ١٩٨٥ من المصدر الثاني .

(٣) الكميات حسب يناير ١٩٨٦ .

السوفيتي في المركز الثاني بنسبة ٩ر١٠٪. وفيما يتعلق بالموارد الاضافية فانها اقل تركيزا من المؤكدة ولكن السعودية والاتحاد السوفيتي يبقيان في المقدمة لامتلاكهما حوالي ٥ر١٥٪ و٩ر١٦٪ من اجمالي الموارد الاضافية على التوالي. أما بالنسبة

لارقام الاحتياطي المؤكد لسنة ١٩٨٦ فانها تختلف عن سنة ١٩٧٩ حيث تأتي الكويت في المرتبة الثانية بعد السعودية نظرا لحدوث اكتشاف نفطي كبير فيها. كذلك فان احتياطيات كل من العراق والمكسيك قد ازدادت بحدة خلال الفترة ذاتها.

وتجدر الاشارة هنا الى أن التوزيع الجغرافي للاحتياطيات النفطية يقع في معظمه داخل الدول النامية وذلك بعكس احتياطيات الفحم التي تتركز أساسا في الدول الصناعية الغربية ودول المعسكر الاشتراكي. كما نشير الى انه عند مقارنة احتياطيات الفحم باحتياطيات النفط تتضح ضخامة الموارد الفحمية المتوافرة في العالم الصناعي مقارنة بالموارد النفطية.

وأخيرا، نشير الى جدول (٣-١١) الذي يوضح انتاج النفط في أهم الدول المنتجة وعمر الاحتياطي المؤكد على اساس معدلات الانتاج سنة ١٩٨٤. من الملاحظ أن انتاج الاتحاد السوفيتي فاق انتاج جميع الدول الاخرى منفردة رغم ان احتياطيها المؤكد يبلغ أقل من نصف احتياطيات السعودية. كذلك فان الولايات المتحدة انتجت معدلات تعادل انتاج السعودية رغم ان احتياطياتها تعادل أقل من سدس احتياطيات المملكة العربية السعودية. ونتيجة لهذه الكثافة الانتاجية في كل من الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة نلاحظ أن عمر الاحتياطي المؤكد المذكور في كل منها منخفض جدا (١٥ سنة و٩ سنوات على التوالي). وبالمقابل تأتي السعودية والكويت والامارات والعراق وايران في مقدمة الدول بالنسبة لعمر الاحتياطي النفطي المؤكد. هذا ويصل عمر الاحتياطي المؤكد للنفط في العالم الى ٣٤ سنة فقط وذلك بافتراض استمرار معدل الانتاج العالمي عند مستوياته السائدة سنة ١٩٨٤.

الغاز الطبيعي : (Natural Gas)

يتكون الغاز الطبيعي من مزيج من الغازات الهيدروكربونية الاصل المتفاوتة في تعقيد تركيبها الكيماوي . ويشكل غاز الميثان (Methane) المعروف ببساطة تركيبه

جدول (٣ - ١١) : انتاج النفط وعمر الاحتياطي المؤكد لأهم الدول، ١٩٨٤ .
(بليون برميل نفط)

الدولة	الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٤)	الانتاج سنة (١٩٨٤)		عمر الاحتياطي المؤكد (سنة)
		الكمية	النسبة (٪)	
الاتحاد السوفيتي	٦٣٫٠٠	٤٫٣٤	٢٢٫٠	١٥
الولايات المتحدة	٢٧٫٧٤	٣٫٢٥	١٦٫٥	٩
السعودية	١٦٦٫٠٠	١٫٦٣	٨٫٣	١٠٢
المكسيك	٤٨٫٠٠	١٫٠١	٥٫١	٤٨
بريطانيا	١٣٫١٥	٫٩٣	٤٫٧	١٤
الصين	١٩٫١٠	٠٫٨٣	٤٫٢	٢٣
ايران	٥١٫٠٠	٫٨٠	٤٫١	٦٤
فنزويلا	٢٤٫٨٥	٠٫٦٦	٣٫٣	٤١
اندونيسيا	٩٫١٠	٠٫٥٤	٢٫٧	١٧
كندا	٦٫٧٣	٠٫٥٢	٢٫٦	١٣
نيجيريا	١٦٫٥٥	٠٫٥١	٢٫٦	٣١
العراق	٤٣٫٠٠	٠٫٤٤	٢٫٢	١٠٠
الامارات	٣٠٫٤٠	٠٫٤٠	٢٫٠	٧٦
ليبيا	٢١٫٢٧	٠٫٣٩	٢٫٠	٥٥
الكويت	٦٣٫٩٠	٠٫٣٣	١٫٧	١٩٤
مصر	٣٫٤٥	٠٫٣٠	١٫٥	١٢
العالم	٦٦٩٫٧٤	١٩٫٧٥	١٠٠	٣٤

المصدر : Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute. Vol.6, No.2, May 1986.

الكيماوي من أهم المكونات (بنسبة اكبر من ٨٠٪) مع وجود كميات اضافية من غازات اخرى اهمها الايثان (Ethane) والبروبان (Propane) والبنتان (Pentane) والبيوتان (Butane) . ويعتقد الجيولوجيون أن ظروف تكون الغاز الطبيعي مشابهة لتلك التي صاحبت تكون النفط.

يوجد الغاز في الطبيعة تحت سطح الارض إما بمفرده في حقول غازية أو في آبار النفط على شكل طبقة منفصلة أو مذيبا في النفط. ويمتاز هذا المصدر بارتفاع محتواه الحراري وضآلة الشوائب الموجودة فيه مما يعطيه أهمية كبيرة في الوقت الحاضر بسبب اهتمام الدول المختلفة بالمحافظة على البيئة من آثار التلوث. ولما كانت عملية احتراق الغاز الطبيعي تنتج الماء وثاني اكسيد الكربون فان هذا المصدر يعتبر من أنظف مصادر الطاقة التجارية المتوافرة في الوقت الحاضر. وسنستعرض في الفصل الثامن موضوع الغاز الطبيعي بالتفصيل.

يوضح جدول (٣ - ١٢) توزيع احتياطيات الغاز الطبيعي في العالم حسب المناطق الجغرافية والمجموعات السياسية. من الواضح أن الدول الاشتراكية تأتي في المرتبة الاولى من حيث حجم احتياطياتها المؤكدة من الغاز، حيث تصل حصتها الى اجمالي العالم حوالي ٣٦٪، في حين تأتي دول الشرق الاوسط في المرتبة الثانية بنسبة ٢٧٪. ويتبين كذلك من الجدول الاتساع الجغرافي لاحتياطيات الغاز مقارنة بالنفط الخام.

أما الموارد الاضافية الموضحة كذلك في الجدول المذكور فانها تتميز ايضا باتساع توزيعها الجغرافي مع احتفاظ الدول الاشتراكية بالمركز الاول. وفيما يتعلق باحتياطيات العالم المؤكدة لسنة ١٩٨٦ فقد ازدادت زيادة كبيرة في الدول الاشتراكية خلال الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٦ حيث ارتفعت حصة هذه الدول لتصل الى ٤٤٫٤٪ من اجمالي احتياطي العالم. وتمتلك دول الشرق الاوسط حاليا ربع الاحتياطي العالمي من الغاز.

ويجدر التوكيد ان توزيع ارقام الاحتياطي المؤكد حسب المجموعات السياسية - الاقتصادية يمتاز بالاعتدال حيث تمتلك كل مجموعة مقدارا مهما من الاجمالي مع احتفاظ الدول الاشتراكية بالمرتبة الاولى. وعند النظر الى الموارد الاضافية نلاحظ

جدول (٣ - ١٢) : توزيع احتياطيات الغاز الطبيعي حسب المناطق والمجموعات السياسية، ١٩٧٩ و١٩٨٦ .

(بليون برميل مكافىء نفط)

المنطقـــة	الاحتياطيات المؤكدة (١٩٧٩)		الموارد الاضافية (١٩٧٩)		الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٦)	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
افريقيا	٥٠٫٠	١٠٫٠	١٧٧٫٩	١٣٫٦	٣٨٫٤	٥٫٧
امريكا الشمالية	٥١٫٣	١٠٫١	٢٨٧٫٤	٢١٫٩	٥٧٫٥	٨٫٥
امريكا اللاتينية	٣٢٫٢	٦٫٣	٦٨٫٤	٥٫٢	٣٨٫٤	٥٫٧
الشرق الأقصى وآسيا	٢٢٫٦	٤٫٦	٦٨٫٤	٥٫٢	٣٣٫٢	٤٫٩
الشرق الأوسط	١٤٠٫٣	٢٧٫٣	٢٠٥٫٣	١٥٫٦	١٦٥٫٩	٢٤٫٦
اوروبا الغربية	٢٦٫٧	٥٫٣	٤١٫١	٣٫١	٤٣٫٩	٦٫٥
الدول الاشتراكية	١٨٤٫١	٣٦٫٤	٤٣٨٫٠	٣٣٫٣	٢٩٩٫٦	٤٤٫٤
القطب الجنوبي	-	-	٢٧٫٤	٢٫١	-	-
العالم	٥٠٧٫١	١٠٠	١٣١٤٫٠	١٠٠	٦٧٥٫٣	١٠٠
منظمة التعاون الاقتصادي	٨٠٫٨	١٦	٣٤٩٫٠	٢٧	١٠٦٫٠	١٥٫٧
الدول الاشتراكية	١٨٤٫١	٣٦	٤٣٨٫٠	٣٣	٢٩٩٫٦	٤٤٫٤
دول الأوبك	٢٠٣٫٩	٤٠	١٩٨٫٥	١٥	٢١٦٫٣	٣٢٫٠
أخــرى	٣٨٫٣	٨	٣٢٨٫٥	٢٥	٥٣٫٤	٧٫٩

المـــصـــدر : 1) World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich : September 1980.

2) Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute, Vol. 6, No. 2, May 1986.

3) Annual Energy Review, Energy Information Administrarion, U.S.A., 1985.

ملاحظة: (١) تم تحويل الأرقام الى بليون برميل مكافىء نفط باستخدام معامل التحويل الآتي :

برميـل نفـط يكـافىء ١٤٦٫١ متر^{٣} حيث ان طن نفط = ٧٫٣٣ برميل، برميل نفط يحوي ٥٫٧٥٧ بليون جول، متر مكعب واحد غاز يحوي ٣٩٫٤ مليون جول .

(٢) المحتوى الحراري للمتر المكعب من الغاز الطبيعي يساوي ٣٩٫٤ مليون جول .

ان دول الاوبك أقل حظا لامتلاكها ما يعادل ١٥٪ فقط مع احتفاظ الدول الاشتراكية بنسبة ٣٣٪،وتأتي دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في المركز الثاني بنسبة ٢٧٪ من اجمالي العالم.

وللتعرف على توزيع احتياطيات الغاز المؤكدة والموارد الاضافية حسب أهم الدول نستعرض جدول (٣-١٣). حيث يأتي الاتحاد السوفيتي في مقدمة الدول بنسبة ٢٩٫٦٪ في حين تتبوأ ايران المرتبة الثانية بنسبة ١٨٫٩٪، اما بقية الدول فتمتلك نسب ضئيلة مقارنة مع هاتين الدولتين. أما من حيث الموارد الاضافية فنلاحظ مرة اخرى ضخامة حصة الاتحاد السوفيتي (حوالي الربع) بالمقارنة مع الولايات المتحدة التي تأتي في المرتبة الثانية بنسبة ١٠٫٧٪ والجزائر ٩٫١٪. ولقد سجلت احتياطيات الاتحاد السوفيتي في الآونة الاخيرة زيادة كبيرة إذ بلغت ٤٣٪ من إجمالي الاحتياطي العالمي المؤكد في سنة ١٩٨٦.

كما ارتفعت احتياطيات قطر بشكل كبير خلال الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٦ لتصبح في المرتبة الرابعة بنسبة ٤٫٣٪. ومن الجدير بالذكر انه على الرغم من الاتساع الجغرافي لاحتياطيات الغاز فان هناك فارقا شاسعا بين الكميات المتوافرة في الدول المختلفة كما يتضح من معاينة جدول (٣-١٣).

وأخيرا، نتطرق الى انتاج الغاز الطبيعي وعمر الاحتياطي في أهم الدول المنتجة. ويوضح جدول (٣-١٤) بيانات الانتاج والاحتياطي المؤكد لسنة ١٩٨٤ لأهم اربع عشرة دولة منتجة للغاز الطبيعي في العالم. وتبلغ حصة كل من الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة حوالي ثلث الانتاج العالمي من الغاز، هذا مع العلم أن الولايات المتحدة تمتلك ما نسبته ٦٪ من الاحتياطي المؤكد في العالم مقارنة مع ٤٥٪ للاتحاد السوفيتي. ولا شك أن ذلك يدل على عدم استغلال الاتحاد السوفيتي لامكاناته الهائلة ويمكن ارجاع ذلك جزئيا الى عدم توافر شبكات انابيب نقل الغاز في الاتحاد السوفياتي وحداثة الاكتشافات مقارنة مع تطور صناعة الغاز في الولايات المتحدة التي بدأت تستغل الغاز الطبيعي منذ بداية هذا القرن. ويتفاوت عمر الاحتياطي المؤكد من دولة الى أخرى بشكل كبير حيث يبلغ أقصاه في الدول غير الصناعية مثل فنزويلا والجزائر وأدناه في الولايات المتحدة والمانيا الغربية

جدول (٣ - ١٣) : توزيع احتياطيات الغاز الطبيعي حسب أهم الدول، ١٩٧٩ و١٩٨٦[1]

(بليون برميل مكافىء نفط)

المنطقـة	الاحتياطيات المؤكدة (١٩٧٩)		الموارد الاضافية (١٩٧٩)		الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٦)	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
الاتحاد السوفيتي	١٥٠ر١	٢٩ر٦	٣١٥ر٣	٢٤ر٠	٢٩٠ر٧	٤٣
ايران	٩٥ر٨	١٨ر٩	٧٠ر٨	٥ر٤	٩١ر١	١٣ر٥
الولايات المتحدة	٣٧ر٩	٧ر٥	١٤١ر٠	١٠ر٧	٣٨ر٢	٥ر٧
الجزائر	٣٥ر٢	٧ر٠	١١٩ر٤	٩ر١	٢٠ر٨	٣ر١
السعودية	١٨ر٥	٣ر٦	٣٠ر٥	٢ر٣	٢٣ر٥	٣ر٥
فنزويلا	١٣ر٤	٢ر٦	٢٤ر٦	١ر٩	١١ر٤	١ر٧
كندا	١٢ر٣	٢ر٤	٩٣ر٥	٧ر١	١٩ر٣	٢ر٩
المكسيك	١١ر٤	٢ر٣	١٠ر٧	٠ر٨	١٤ر٩	٢ر٢
هولندا	١١ر٣	٢ر٢	٨ر٨	٠ر٧	١٣ر٠	١ر٩
نيجيريا	٨ر٢	١ر٦	١٥ر٧	١ر٢	٩ر١	١ر٣
قطر	٧ر٥	١ر٥	٣ر٤	٠ر٣	٢٨ر٧	٤ر٣
بريطانيا	٧ر١	١ر٤	٩ر١	٠ر٧	٦ر٤	٠ر٩
الكويت	٦ر١	١ر٢	١٠ر٣	٠ر٨	٦ر٣	٠ر٩
ماليزيا	٥ر٧	١ر١	٤ر١	٠ر٣	١٠ر٢	١ر٥
العراق	٥ر٤	١ر١	٢٠ر٥	١ر٦	٥ر٦	٠ر٨
الصين الشعبية	٤ر٩	٠ر٩	٢٩ر٤	٢ر٢	٥ر٨	٠ر٩
النرويج	٢ر٨	٠ر٥	٢٢ر٦	١ر٧	٢٠ر٢	
العالم	٥٠٧ر١	١٠٠	١٣١٤ر٠	١٠٠	٦٧٥ر٣	١٠٠

المـصـدر: 1) World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980.
2) Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute, Vol. 6, No. 2, May 1986.

ملاحظة: (١) تم تحويل هذه الكميات من متر مكعب الى برميل باستخدام معامل التحويل الآتي: برميل نفط مكافىء= ١٤٦ر١ متر مكعب غاز طبيعي.

جدول (٣ - ١٤) : الانتاج وعمر الاحتياطي المؤكد لأهم الدول، ١٩٨٤ .

(بليون قدم مكعب غاز طبيعي)

المنطقــة	الاحتياطي المؤكد	الانتاج (١٩٨٤)		عمر الاحتياطي
	(١٩٨٤)	الكمية	النسبة (٪)	المؤكد (سنوات)
الاتحاد السوفيتي	١٤٠٠٫٠٠٠٫٠	٢٠٫٧٢١٫١	٣٤٫٥	٦٨
الولايات المتحدة	٢٠٠٫٢٤٧٫٠	١٨٫٢٢٩٫٦	٣٠٫٣	١١
هولندا	٥٠٫٠٥٠٫٠	٢٫٦٧٧٫٥	٤٫٥	١٩
كنــدا	٩٠٫٥٠٠٫٠	٢٫٦٥١٫٨	٤٫٤	٣٤
بريطانيا	٢٥٫١٠٠٫٠	١٫٤٢٣٫٣	٢٫٤	١٨
المكسيك	٧٥٫٣٥٢٫٠	١٫٣٧٣٫٣	٢٫٣	٥٥
الجزائر	١١٠٫١٨٠٫٠	١٫٢٦٠٫٠	٢٫١	٨٧
رومانيا	...(١)	١٫٢٤٠٫٠	٢٫١	...(١)
النرويج	٥٨٫٨٠٠٫٠	٩٢٢٫٦	١٫٥	٦٤
اندونيسيا	٣٠٫٢٠٠٫٠	٧٣٢٫٠	١٫٢	٤١
الأرجنتين	٢٤٫٤٢٠٫٠	٦٥٣٫٢	١٫١	٣٧
المانيا الغربية	٦٫٧٤٨٫٧	٦٤٨٫٢	١٫١	١٠
ايطاليا	٨٫٨٢٨٫٧	٦٣٨٫٩	١٫١	١٤
فنزويلا	٥٤٫٥٤٦٫٠	٦٠٩٫٦	١٫٠	٨٩
العالم	٣٫٢٠٢٫١٩٧٫٠	٦٠٫٠٩٣٫٩	١٠٠	٥٣

المصـــدر: Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute, Vol. 6, No. 2, May 1986.

ملاحظة: (١) (. . .) تعني غير متوافر.

وايطاليا. ويتوقع انخفاض عمر الاحتياطي في الدول النامية تدريجيا لتوجه هذه الدول نحو التوسع في خططها الانتاجية في المستقبل.

اليورانيوم والثوريوم : (Uranium & Thorium)

تعتبر هذه المواد معادن مشعة توجد في الطبيعة بتركيز منخفض على شكل مركبات خام. وتستخدم هذه المعادن في عمليات الانشطار النووي (Nuclear Fission) في المفاعلات النووية لانتاج الكهرباء. ويتم ذلك من خلال الاستفادة من الحرارة المنبعثة من انشطار نواة المعدن لانتاج بخار الماء اللازم لتحريك مولدات الكهرباء. ان مصدر الطاقة النووية هو القوى الكهرومغناطيسية التي تربط النيوترونات والبروتونات في نواة اي معدن. وتنطلق هذه الطاقة عند اعادة ترتيب مكونات النواة في المعادن غير المستقرة لتصبح اكثر استقرارا. وتتم هذه العملية من خلال انشطار نواة معدن ثقيل غير مستقر كاليورانيوم والثوريوم ومن ثم تحولها الى نواة أخف وأكثر استقرارا أو من خلال دمج نواتين من معدن خفيف غير مستقر ليصبح أكثر استقرارا كما هي الحال في عمليات الاندماج النووية. ونظرا لان اليورانيوم والثوريوم هما من المعادن الثقيلة الموجودة في الطبيعة ويمتازان بعدم استقرارهما (خصوصا يورانيوم ٢٣٥) فان استخدامهما في المفاعلات النووية تحت الظروف المناسبة يؤدي الى انشطار نوياتهما وانبعاث مقدار كبير من الطاقة الحرارية. وتعتبر الطاقة النووية حديثة العهد، حيث بدأ استخدامها في انتاج الكهرباء سنة ١٩٥٧. وقد كان ذلك نتيجة لفترة طويلة من البحث العلمي امتدت من نهاية فترة الثلاثينات حتى سنة ١٩٤٢ عندما استطاع العلماء السيطرة على عملية الانشطار النووي.

وتجدر الاشارة الى ان المحتوى الحراري المخزون داخل هذه المعادن كبير جدا حيث يصل الى حوالي ٢٫٩٥ مليون طن مكافىء فحم في كل طن من هذين المعدنين. ولكن بسبب تدني كفاءة التحويل داخل المفاعلات النووية الحديثة فان الطاقة التي يتم استغلالها بشكل مفيد لا تتعدى ١٫٥٪ من اجمالي الطاقة المخزونة.

ويعتبر حاليا اليورانيوم الوقود الاساسي في المفاعلات النووية المستخدمة على نطاق واسع في معظم دول العالم لانتاج الكهرباء. ويوضح جدول (٣-١٥) مقدار الطاقة الكهربائية الاجمالية المنتجة في العالم باستخدام اليورانيوم وعدد المفاعلات النووية العاملة في اهم الدول. تتصدر الولايات المتحدة دول العالم في انتاج الكهرباء بواسطة الطاقة النووية حيث تصل نسبتها الى المجموع حوالي ٤٧٫٤٪ في حين تأتي اليابان في المركز الثاني (٩٫٦٪) والاتحاد السوفيتي في المركز الثالث (٧٫١٪). هذا وقد اسهمت الطاقة النووية في انتاج ٨٪ من اجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم سنة ١٩٧٨ الا ان مساهمة الطاقة النووية في انتاج الكهرباء تختلف من دولة الى اخرى. فمساهمة الطاقة النووية في انتاج الكهرباء تصل الى حوالي ٢٥٪ من اجمالي الكهرباء المنتجة في بلجيكا و١٣٪ في فرنسا و١٠٪ في اليابان و٢٥٪ في السويد و١٢٪ في الولايات المتحدة. هذا وقد ارتفعت هذه النسب حديثا بعد افتتاح عدد من الدول الصناعية مفاعلات جديدة وخصوصا فرنسا والمانيا الغربية وفنلندا واسبانيا. ولا شك ان الطاقة النووية تتركز اساسا في الدول الصناعية المتقدمة مع وجود طاقات صغيرة في بعض الدول النامية الحديثة التصنيع مثل كوريا وتايوان والبرازيل.

هذا وتقدر احتياطيات العالم باستثناء الدول الاشتراكية (الاتحاد السوفيتي واوروبا الشرقية والصين الشعبية) من اليورانيوم بحوالي ٢٥٩٠٫١ الف طن (٥٨٣٫٥ بليون برميل مكافىء نفط) من الاحتياطيات المؤكدة و٢٥٥٢٫٥ الف طن (٥٧٤٫٩ بليون برميل مكافىء نفط) من الموارد الاضافية حسب بيانات مؤتمر الطاقة العالمي لسنة ١٩٨٠. وتتوزع هذه الكميات حسب المناطق الجغرافية كما هو موضح في جدول (٣ - ١٦). وعموما، تشمل الاحتياطيات المؤكدة جميع الكميات التي تقع في نطاق تكلفة تقل عن ١٣٠ دولارا/كيلوجرام من اليورانيوم.

أما احتياطيات دول التخطيط المركزي فهي غير معروفة بدقة ولكنها تقدر (حسب تقديرات المعهد الفيدرالي للعلوم الجيولوجية ومصادر الطاقة في المانيا الغربية في مدينة هانوفر) بحوالي ١٥٠ - ٣٠٠ الف طن من الاحتياطيات المؤكدة وما يقارب من ١١١٥ - ١٦٣٠ الف طن من الموارد الاضافية. بهذا يمكن القول

جدول (٣ - ١٥) : مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة ونسبة الطاقة النووية حسب أهم الدول، ١٩٧٨ و١٩٨٤ .

(بليون كيلووات ساعة)

الدولة	عدد المفاعلات	الطاقة الكهربائية النووية: الكمية (١٩٧٨)	الطاقة الكهربائية النووية: ٪ الى العالم	اجمالي الكهرباء المنتجة (١٩٧٨)	نسبة الطاقة النووية في الاجمالي ٪ (١٩٧٨)	الطاقة الكهربائية النووية (١٩٨٤)
بلجيكا	٣	١١٫٩	٢٫٠	٤٨٫٤	٢٤٫٦	٢٦٫٣
كندا	١١	٢٩٫٤	٥٫٠	٣٣٦٫٣	٨٫٧	٥١٫٢
فنلندا	٣	٣٫١	٠٫٥	٣٤٫٠	٩٫١	١٧٫٦
فرنسا	٢٣	٢٩٫٠	٥٫٠	٢١٧٫٣	١٣٫٣	١٨١٫٦
المانيا الغربية	١٤	٣٣٫٩	٥٫٨	٣٣٢٫٦	١٠٫٢	٨٥٫٢
ايطاليا	٤	٤٫٢	٠٫٧	١٦٧٫٤	٢٫٥	٦٫٥
اليابان	٢٤	٥٦٫١	٩٫٦	٥٣٧٫٣	١٠٫٤	١١٨٫٧
هولندا	٢	٣٫٨	٠٫٧	٥٩٫٠	٦٫٤	٣٫٥
اسبانيا	٣	٧٫٣	١٫٣	٩٥٫٢	٧٫٧	٢١٫٩
السويد	٨	٢٢٫٧	٣٫٩	٩٠٫٣	٢٥٫١	٤٨٫٧
سويسرا	٤	٨٫٠	١٫٤	٤٢٫٤	١٨٫٩	١٥٫٥
الولايات المتحدة	٧٠	٢٧٦٫٤	٤٧٫٤	٢٢٨٥٫٤	١٢٫١	٣٢٧٫٦
بريطانيا	٣٣	٣٢٫٥	٥٫٦	٢٦٨٫٨	١٢٫١	٥١٫٤
الاتحاد السوفيتي	٣٣	٤١٫٥	٧٫١	١١٣٥٫٥	٣٫٧	٨١٫٠
الدول الأخرى	١٨	٢٣٫٢	٤٫٠	١٤٨٠٫١	١٫٦	٨٥٫٢
العالم	٢٥٣	٥٨٣٫٠	١٠٠	٧١٣٠٫٠	٨٫٢	١١٢١٫٩

المصـــدر : - World Energy Supply: Resources, Technologies and Perspectives, Manfred Grathwohl, Pages 172&233, Tables (4 - 2) & (4 - 4), Walter deGruyter & Co. Berlin.

- International Energy Annual 1984, Energy Information Administration, Table 13, Page 24, Washington D.C.

جدول (٣ - ١٦) : توزيع احتياطيات اليورانيوم في العالم حسب المناطق، المؤكدة والاضافية، ١٩٧٩ . (بليون برميل مكافىء نفط)[٤]

المنطقـــة	الاحتياطيات المؤكدة[١]		الموارد الاضافية[٢]		اجمالي الكميات	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
امريكا الشمالية	٢١٢٫٤	٣٦٫٤	٤٢٤٫٨	٧٣٫٩	٦٣٧٫٢	٥٥٫٠
افريقيا (جنوب الصحراء)	١٦٧٫٩	٢٨٫٨	٥٩٫٧	١٠٫٤	٢٢٧٫٦	١٩٫٦
اوروبا الغربية	٩٥٫٣	١٦٫٣	٢٥٫٦	٤٫٤	١٢٠٫٩	١٠٫٤
استراليا واليابان	٦٩٫١	١١٫٨	١١٫٩	٢٫١	٨١٫٠	٧٫٠
امريكا اللاتينية	٢٤٫٨	٤٫٢	٣٠٫٨	٥٫٤	٥٥٫٦	٤٫٨
الشرق الأوسط وشمال افريقيا	٧٫٣	١٫٢	١٦٫٨	٢٫٩	٢٤٫١	٢٫١
جنوب آسيا	٦٫٧	١٫٢	٥٫٣	٠٫٩	١٢٫٠	١٫١
شرق آسيا	٠٫١	٠٫١	...[٥]	-	٠٫١	-[٥]
العالم غير الاشتراكي[٦]	٥٨٣٫٥ (٢٥٩٠٫٧)	١٠٠	٥٧٤٫٩ (٢٥٥٢٫٥)	١٠٠	١١٥٧٫٩ (٥١٤٣٫٢)	١٠٠
العالم الاشتراكي[٣]	٦٧٫٦ (٣٠٠٫٠)	-	٣٦٧٫١ (١٦٣٠)	-	٤٣٤٫٧ (١٩٣٠)	-

المصدر : World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980.

ملاحظة : (١) تشمل الاحتياطيات المؤكدة جميع الكميات التي تقع في نطاق التكلفة ١٣٠ دولارا/كيلو جرام.

(٢) تشمل الموارد الاضافية جميع الكميات التي تقع في نطاق التكلفة ١٣٠ دولارا/كيلوجرام.

(٣) كمية تقديرية تمثل الحد الأقصى في تلك المنطقة.

(٤) للتحويل من طن يورانيوم الى برميل مكافىء نفط استخدم معاملات التحويل الآتية :

(طن يورانيوم يكافىء ٢٫٩٥ مليون طن فحم، طن مكافىء نفط = ١٫٤٤ طن مكافىء

فحم، طن نفط يحوي ٧٫٣٣ برميل، كفاءة التحويل لليورانيوم في المفاعلات = ٥ر١٪)

لذا فان : الف طن يورانيوم تكافىء ٢٢٥٫٢٤٥ مليون برميل نفط.

(٥) (٠٠٠) تعني غير متوافر و(-) تعني صفرا أو رقم صغير.

(٦) تشير الأرقام بين قوسين الى الكميات من اليورانيوم بوحدات الف طن يورانيوم.

بأن الاحتياطي العالمي الاجمالي (المؤكد + الاضافي) يمكن تقديره بحوالي ٧٠٧٣ الف طن يورانيوم كحد اقصى حسب البيانات المتوافرة في الوقت الحاضر. ويتضح من الجدول كذلك ان الاحتياطيات المؤكدة في العالم خارج الدول الاشتراكية تتركز في عدد قليل من المناطق داخل امريكا الشمالية وافريقيا واوروبا الغربية بالاضافة الى اليابان واستراليا. أما الموارد الاضافية فهي تتركز بشكل اساسي في امريكا الشمالية بنسبة ٧٣٫٩٪ من اجمالي هذه الموارد خارج الدول الاشتراكية، في حين تمتلك المناطق الاخرى مقادير ضئيلة أهمها في الجزء الجنوبي من افريقيا. هذا وتمتلك الدول الاشتراكية حوالي ٦٧٫٦ بليون برميل مكافىء نفط من الاحتياطيات المؤكدة وترتفع الكمية لتصل الى ٣٦٧٫١ بليون برميل مكافىء نفط بالنسبة للموارد الاضافية.

وبالنسبة لتوزيع اليورانيوم حسب أهم الدول، فان جدول (٣ - ١٧) يبين أن الولايات المتحدة تمتلك اكبر مقدار من اليورانيوم حيث تصل حصتها الى ٢٤٫٥٪ و٢٧٫٧٪ من الكميات المؤكدة والاضافية على التوالي. أما الدول الاخرى التي تتوافر فيها كميات مهمة فهي كندا والاتحاد السوفيتي وجنوب افريقيا بالاضافة الى المانيا الديموقراطية.

سبق وأن أشرنا الى ان معدن الثوريوم يستخدم ايضا في المفاعلات النووية، ولكن بسبب دخوله في الانواع المتقدمة تكنولوجيا فان استخداماته محدودة مما يترتب على ذلك ضعف الطلب عليه وبالتالي عدم اتساع عمليات التنقيب عنه. ويتواجد معدن الثوريوم في العالم غير الاشتراكي في مناطق عديدة كما يتضح من جدول (٣ - ١٨). فالاحتياطيات المؤكدة تتركز في منطقة شمال افريقيا والشرق

جدول (٣ - ١٧) : احتياطيات اليورانيوم حسب أهم الدول، ١٩٧٩ .

(الف طن يورانيوم)

الدولة	الاحتياطيات المؤكدة		الموارد الاضافية		اجمالي
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكميات
الولايات المتحدة	٧٠٨ر٠	٢٤ر٥	١١٦٠ر٠	٢٧ر٧	١٨٦٨ر٠
كندا	٢٣٥ر٠	٨ر١	٧٢٨ر٠	١٧ر٤	٩٦٣ر٠
الاتحاد السوفيتي	١٦٠ر٠	٥ر٥	٨٠٠ر٠	١٩ر١	٩٦٠ر٠
المانيا الديمقراطية	٦٠ر٠	٢ر١	٥٠٠ر٠	١٢ر٠	٥٦٠ر٠
جنوب افريقيا	٣٩١ر٠	١٣ر٥	١٣٩ر٠	٣ر٣	٥٣٠ر٠
استراليا	٣٠٥ر٠	١٠ر٦	٥٣ر٠	١ر٣	٣٥٨ر٠
السويد	٣٠١ر٠	١٠ر٤	٣ر٠	٠ر١	٣٠٤ر٠
النيجر	١٦٠ر٠	٥ر٥	٥٣ر٠	١ر٣	٢١٣ر٠
ناميبيا	١٣٣ر٠	٤ر٦	٥٣ر٠	١ر٣	١٨٦ر٠
الصين الشعبية	١٦٦ر٠	٥ر٧	-	-	١٦٦ر٠
البرازيل	٧٤ر٢	٢ر٦	٩٠ر١	٢ر٢	١٦٤ر٣
تشيكوسلوفاكيا	٢٥ر٠	٠ر٩	١٢٠ر٠	٢ر٩	١٤٥ر٠
فرنسا	٥٥ر٠	١ر٩	٤٥ر٩	١ر١	١٠١ر٢
الجزائر	٢٨ر٠	١ر٠	٥٥ر٥	١ر٣	٨٣ر٥
رومانيا	٢٠ر٠	٠ر٧	٥٠ر٠	١ر٢	٧٠ر٠
الهند	٢٩ر٨	١ر٣	٢٣ر٧	٠ر٦	٥٣ر٥
كولومبيا	---	-	٥١ر٠	١ر٢	٥١ر٠
بلغاريا	١٥ر٠	٠ر٥	٣٠ر٠	٠ر٧	٤٥ر٠
دنمارك	٢٧ر٠	٠ر٩	١٦ر٠	٠ر٤	٤٣ر٠
هنغاريا	١٠ر٠	٠ر٣	٣٠ر٠	٠ر٧	٤٠ر٠
الغابون	٣٧ر٠	١ر٣	---	-	٣٧ر٠
الأرجنتين	٢٨ر١	١ر٠	٨ر٩	٠ر٢	٣٧ر٠
يوغسلافيا	٦ر٥	٠ر٢	٢٠ر٥	٠ر٥	٢٧ر٠
بولندا	٥ر٠	٠ر٢	٢٠ر٠	٠ر٥	٢٥ر٠
اسبانيا	١٠ر٧	٠ر٤	٨ر٥	٠ر٢	١٩ر٢
العالم	٢٨٩٠ر١	١٠٠	٤١٨٢ر٥	١٠٠	٧٠٧٢ر٦

المصـــدر : World Energy Conference; Survey of Energy Resources 1980, Munich: Sept. 1980.

ملاحظة : (١) تشمل الاحتياطيات المؤكدة جميع الكميات التي تقع في نطاق التكلفة ١٣٠ دولارا/كيلوجرام .

(٢) تشمل الموارد الاضافية جميع الكميات التي تقع في نطاق التكلفة ١٣٠ دولارا/كيلوجرام .

(٣) (---) تعني غير متوافر.

جدول (٣ - ١٨) : توزيع احتياطيات معدن الثوريوم، في العالم غير الاشتراكي، ١٩٧٩ .
(بليون برميل مكافىء)

المنطقـــة	الاحتياطيات المؤكدة		الموارد الاضافية		اجمالي الكميات	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
امريكا اللاتينية	١٦ر١	٥ر٧	٢٧٠ر٣	٤٥ر٣	٢٨٦ر٤	٣٢ر٦
الشرق الأوسط وشمال افريقيا	٧٧ر٧	٢٧ر٨	١٦٢ر٢	٢٧ر٢	٢٤٠ر٠	٢٧ر٤
امريكا الشمالية	٢٧ر٧	٩ر٩	١٢٨ر٤	٢١ر٥	١٥٦ر١	١٧ر٨
اوروبا الغربية	٧١ر٦	٢٥ر٦	٢٠ر٧	٣ر٥	٩٢ر٤	١٠ر٥
جنوب آسيا	٧١ر٨	٢٥ر٧	٦ر٨	١ر١	٧٨ر٦	٨ر٩
افريقيا (جنوب الصحراء)	٦ر٨	٢ر٤	٨ر٧	١ر٤	١٥ر٥	١ر٨
شرق آسيا	٤ر١	١ر٥	---	-	٤ر١	٠ر٥
استراليا	٤ر٠	١ر٤	-ر	-	٤ر٠	٠ر٥
العالم باستثناء المعسكر الاشتراكي	٢٨٠ر٠ (١٢٤٢ر٥)	١٠٠	٥٩٧ر١ (٢٦٥١ر٠)	١٠٠	٨٧٧ر١ (٣٨٩٣ر٥)	١٠٠

المصــــدر: World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980.

ملاحظة: (١) (---) تعني غير متوافر.
(٢) (-ر٠) تعني رقم صغير.
(٣) تم تحويل الوحدات من طن ثوريوم الى بليون برميل مكافىء نفط باستخدام معامل التحويل: الف طن ثوريوم تكافىء ٢٢٥ر٢٤٥ مليون برميل مكافىء نفط. (انظر ملاحظة (٤) في الجدول (٢ - ١٦)).
(٤) الأرقام بين قوسين هي الكميات من الثوريوم بوحدات الف طن ثوريوم.

جدول (٣ - ١٩) : أهم الدول المنتجة لليورانيوم في الدول غير الاشتراكية، ١٩٧٩ .

(ألف طن يورانيوم)

الدولـــة	الاحتياطي المؤكد	الانتاج (١٩٧٨) الكمية	الانتاج (١٩٧٨) (٪)	عمر الاحتياطي المؤكد (سنة)
الولايات المتحدة	٧٠٨ر٠	١٤ر٠٠	٤٠ر٧	٥١
كندا	٢٣٥ر٠	٦ر٨٠	١٩ر٨	٣٥
جنوب افريقيا	٣٩١ر٠	٤ر٥٣	١٣ر٢	٨٦
ناميبيا	١٣٣ر٠	٢ر٧٠	٧ر٨	٤٩
فرنسا	٥٥ر٠	٢ر١٨	٦ر٣	٢٥
النيجر	١٦٠ر٠	٢ر٠٦	٦ر٠	٧٨
الغابون	٣٧ر٠	١ر٠٠	٢ر٩	٣٧
استراليا	٣٠٥ر٠	٠ر٥٢	١ر٥	٥٨٧
الهند	٢٩ر٨	٠ر٢٠	٠ر٦	١٤٩
اسبانيا	١٠ر٧	٠ر١٩	٠ر٦	٥٦
الأرجنتين	٢٨ر١	٠ر١١	٠ر٣	٢٥٥
البرتغال	٨ر٢	٠ر١٠	٠ر٣	٨٢
المانيا الغربية	٤ر٥	٠ر٠٤	٠ر١	١١٣
العالم باستثناء الدول الاشتراكية	٢٥٩٠ر٧	٣٤ر٤٣	١٠٠	٧٥

المـصـــدر: World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980,

ملاحظة: تم حساب عمر الاحتياطي المؤكد على اساس حجم الاحتياطي المؤكد في سنة ١٩٧٩ ومعدلات الانتاج في سنة ١٩٧٨ نظرا لعدم توفر بيانات الانتاج لسنة ١٩٧٩ كاملة .

الاوسط بنسبة ٢٧٫٨٪، بينما تمتلك كل من اوروبا الغربية وجنوب آسيا ربع الاحتياطيات المؤكدة. ولكن يختلف توزيع الموارد الاضافية لمعدن الثوريوم حيث تتركز معظمها في اميركا اللاتينية (٤٥٫٣٪) في حين تأتي منطقة شمال افريقيا في المرتبة الثانية واميركا الشمالية في المرتبة الثالثة.

أما أهم الدول في هذه المناطق فهي مصر في شمال افريقيا والهند في آسيا والدنمارك والنرويج في اوروبا الغربية والبرازيل في اميركا اللاتينية وأخيرا كل من كندا والولايات المتحدة في اميركا الشمالية. وبالنسبة للدول الاشتراكية فان معظم الكميات موجودة في الاتحاد السوفيتي حيث تقدر (حسب تقديرات المعهد الفيدرالي في المانيا الغربية) بحوالي ٨٠ الف طن. ونشير أخيرا الى انه من المحتمل ان ترتفع هذه التقديرات مستقبلا مع ازدياد الجهد الاستكشافي في المناطق المختلفة وخصوصا الدول النامية التي لم تحظ حتى الآن بمقدار كاف من عمليات التنقيب.

ويوضح جدول (٣ - ١٩) مراكز انتاج اليورانيوم في الدول غير الاشتراكية، حيث تتصدر الولايات المتحدة قائمة الدول المنتجة لليورانيوم وذلك بنسبة ٤١٪ من اجمالي الانتاج. أما الدول الاخرى المنتجة فهي بالترتيب من حيث الاهمية: كندا وجنوب افريقيا وناميبيا وفرنسا وأخيرا النيجر. وتبلغ حصة الدول الاخرى جميعها حوالي ٦٪ من الانتاج الاجمالي. ويصل عمر الاحتياطي المؤكد من اليورانيوم في الدول غير الاشتراكية الى حوالي ٧٥ سنة.

وبالنسبة لانتاج معدن الثوريوم فقد بلغ حوالي ٧٣٠ طن سنة ١٩٧٤، وقد كانت اهم الدول المنتجة هي: استراليا والهند وماليزيا والبرازيل. ولما كان حجم الاحتياطي المؤكد من الثوريوم في العالم يبلغ حوالي ١٣٢٢٫٥ الف طن فان عمر الاحتياطي المؤكد على اساس انتاج سنة ١٩٧٤ يبلغ ١٣٠٠ سنة. ولا شك أن عمر الاحتياطي سيتناقص مع زيادة حجم الانتاج في العالم الا انه ليس من المتوقع ظهور مصاعب مصاحبة لانتاج كميات متزايدة من معدن الثوريوم مستقبلا.

لعل من المفيد قبل التطرق لمصادر الطاقة المتجددة العادية ان نقارن بين المصادر الناضبة التي سبق وان تحدثنا عنها وذلك للتعرف على الاهمية النسبية لكل مصدر

من هذه المصادر الهامة. وفي هذا السياق سوف نستعرض توزيع مصادر الطاقة الناضبة حسب المجموعات السياسية الاقتصادية. وتجدر الاشارة هنا الى ان احتياطيات معدن الثوريوم لم تضف بسبب عدم توافر بيانات كافية عن الدول الاشتراكية من جهة وعدم انتشار استخدامات هذا المصدر في الوقت الحاضر على نطاق تجاري واسع من جهة اخرى.

يوضح جدول (٣ - ٢٠) الاحتياطيات المؤكدة والاضافية ومعدلات الاستهلاك للفحم والنفط والغاز الطبيعي واليورانيوم. يعتبر الفحم بلا منازع المصدر المهيمن من حيث كمية الاحتياطي حيث يشكل ما نسبته ٦٦٫١٪ من الاحتياطي المؤكد لمصادر الطاقة و٩٣٫١٪ من الموارد الاضافية. أما بقية المصادر فان كمياتها ضئيلة مقارنة بالفحم سواء من حيث الاحتياطيات المؤكدة أو الاضافية. وعند مقارنة عمر الاحتياطي بالسنوات على اساس معدلات الاستهلاك سنة ١٩٧٩ يبقى الفحم متصدرا قائمة مصادر الطاقة. فالاحتياطي المؤكد من الفحم قادر على تغطية الاستهلاك لمدة تقدر بحوالي ١٨٥ سنة في حين لا تكفي الامدادات النفطية الا لفترة تساوي ٢٩ سنة. وباستطاعة هذه المصادر مجتمعة تغطية الطلب العالمي لفترة تصل الى ٨٨ سنة. وترتفع هذه الارقام عند الأخذ بعين الاعتبار مجموع الاحتياطيات المؤكدة والاضافية. وتجدر الإشارة هنا إلى أن السبب الرئيسي في قصر عمر الاحتياطي النفطي هو ارتفاع معدلات استهلاكه مقارنة مع المصادر الأخرى إذ بلغت حصة النفط من الاستهلاك الكلي من المصادر الأربعة حوالي ٣٧٫٩٪ مقارنة مع ٣١٫٦٪ للفحم و١٧٫٧٪ للغاز.

أما التوزيع الدولي لهذه الاحتياطيات الضخمة من مصادر الطاقة الناضبة التجارية فيتركز كما أشرنا آنفا بشكل أساسي في الدول المتقدمة صناعيا وخصوصا بالنسبة للفحم واليورانيوم. أما احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة فإنها تتركز في الدول الاشتراكية ودول الاوبك. وفيما يختص بالنفط فانه المصدر الوحيد الذي تتركز احتياطياته المؤكدة في دول الاوبك في حين تتوزع الموارد الاضافية بشكل متساو بين المجموعات السياسية المختلفة. نستخلص من هذا العرض السريع أن

جدول (٣ - ٢٠) : احتياطيات مصادر الطاقة الناضبة العادية في العالم، ١٩٧٩ .
(بليون برميل مكافىء نفط)

المصـــدر	الاحتياطيات المؤكدة		الموارد الاضافية		معدل الاستهلاك		عمر الاحتياطي	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪	المؤكد	الاجمالي
فحم	٣٥٢٨ر٦	٦٦ر١	٥١٤٢٤ر٠	٩٣ر١	١٩ر١	٣١ر٦	١٨٥	٢٨٧٧
نفط	٦٥٣ر٤	١٢ر٢	١٥٥٤ر٠	٢ر٨	٢٢ر٩	٣٧ر٩	٢٩	٩٦
غازطبيعي	٥٠٧ر١	٩ر٥	١٣١٤ر٠	٢ر٤	١٠ر٧	١٧ر٧	٤٧	١٧٠
يورانيوم(٢)	٦٥١ر١	١٢ر٢	٩٤٢ر٠	١ر٧	(١)٧ر٨	١٢ر٩	٨٣	٢٠٤
المجموع	٥٣٤٠ر٢	١٠٠	٥٥٢٣٤ر٠	١٠٠	٦٠ر٥	١٠٠	٨٨	١٠٠١

المصدر: الجداول (٢ - ٥)، (٢ - ٨)، (٢ - ٩)، (٢ - ١٢)، (٢ - ١٦) و(٢ - ١٩) .
وايضا الآتي : BP Statistical Review of the World Oil Industry, 1980

ملاحظة: (١) يشير الرقم الى معدل الاستهلاك في سنة ١٩٧٨ وهو للعالم غير الاشتراكي فقط .
(٢) تعكس احتياطيات اليورانيوم مجموع العالم (العالم غير الاشتراكي + تقديرات الدول الاشتراكية) .

الدول الصناعية المتقدمة تمتلك فيها بينها النسبة العظمى من مصادر الطاقة الناضبة التجارية ما عدا النفط حيث تتواجد احتياطياته في الدول النامية بشكل رئيسي .

ثانيـا : مصادر الطاقة المتجـددة العاديـة :

(Conventional Renewable Energy Sources)

تتسم هذه المصـادر بالتجـدد وعـدم الفنـاء نتيجة للاستخدام ، غير ان ذلك لا يمنع من تركزها في مناطق معينة من العالم . وسنستعرض تحت هذا البند مصدرين

رئيسيين هما الطاقة المائية (Hydropower) والطاقة الحرارية الجوفية (الجيوثرمالية Geothermal) .

تتركز استخدامات هذين المصدرين في انتاج الكهرباء بشكل اساسي والتدفئة كما في حالة الطاقة الجوفية . فالطاقة المائية تعتبر مصدرا نظيفا وذا تكلفة تشغيلية منخفضة . ولكن بسبب ضخامة التكاليف الرأسمالية فان هذا المصدر مستغل بشكل كثيف في الدول الصناعية الشرقية والغربية مقارنة مع الدول النامية . ويتوقع أن تزداد الاستفادة من هذا المصدر في الدول النامية مستقبلا وذلك لتركز معظم الطاقات غير المستغلة فيها .

أما الطاقة الجوفية فالمقصود منها الطاقة الناتجة من تدفق بخار الماء أو المياه الساخنة من جوف الارض الى السطح بشكل طبيعي . ولا يعتبر هذا المصدر مهما في الوقت الحاضر لمحدودية الكميات المتوافرة منه وتركزها الشديد في مناطق جغرافية معينة . وتتفاوت استخدامات هذا المصدر تبعا لدرجة حرارة المياه المتدفقة ، حيث يستعمل الماء الساخن المتدفق (درجة حرارة ٦٥ مئوية أو أقل) في احتياجات التدفئة في حين يستغل بخار الماء الساخن (درجة حرارة ١٥٠ مئوية تقريبا) في توليد الكهرباء .

يوضح جدول (٣ - ٢١) مقدار الطاقة الكهربائية المولدة في العالم خلال الفترة من ١٩٧٨ - ١٩٨٤ وذلك باستخدام مصادر الطاقة المائية ، فقد بلغت الكمية الاجمالية المولدة سنة ١٩٨٤ حوالي ١٩٤٢ بليون كيلووات ساعة (حوالي ١٠٦ر١ بليون برميل مكافىء نفط) . ويتركز الانتاج بشكل رئيسي في الولايات المتحدة وكندا والاتحاد السوفيتي مع تمتع بعض الدول الاخرى بمقادير لا بأس بها . وتجدر الاشارة هنا الى ان هناك مصادر طاقة مائية غير مستغلة في كل من الصين والهند وجنوب شرق آسيا ، ويتوقع أن يؤدي استغلالها مستقبلا إلى ارتفاع حصة الدول النامية من اجمالي الانتاج العالمي .

وفيما يختص بالطاقة الجوفية المستغلة نشير الى جدول (٣ - ٢١) الذي يوضح البيانات لسنة ١٩٧٨ . يتضح من معاينة الجدول ان الطاقة المستغلة تتركز في

جدول (٣ - ٢١) : الطاقة المائية والجوفية المولدة
حسب أهم الدول، ١٩٧٨ــ١٩٨٤.
(بليون كيلووات ساعة)

الدولة	الطاقة المائية (١٩٧٨)		الطاقة المائية (١٩٨١)		الطاقة المائية (١٩٨٤)		الطاقة الجوفية (١٩٧٨)	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
الولايات المتحدة	٢٨٤	١٩	٢٦٤	١٥	٣٢٤	١٧	٢٫٩	٤٥
كندا	٢٣٤	١٦	٢٦٣	١٥	٢٨٣	١٥	---	-
الاتحاد السوفيتي	١٦٨	١١	١٧٩	١٠	١٧٩	٩	---	-
البرازيل	---	-	١٣٠	٧	١٦٠	٨	---	-
اليابان	٧٤	٥	٩٣	٥	٩٠	٥	١٫٠	١٥
النرويج	٨٠	٥	٩٢	٥	١٠٦	٦	---	-
فرنسا	٦٩	٥	٧٢	٤	٦٧	٤	---	-
الصين	---	-	٥٩	٣	٩٠	٥	---	-
السويد	٥٧	٤	٥٨	٣	٦٥	٣	---	-
الهند	---	-	٥٠	٣	٥٢	٣	---	-
ايطاليا	٤٧	٣	٤٥	٣	٤٥	٢	٢٫٤	٣٧
العالم	١٥١٠	١٠٠	١٧٦٦	١٠٠	١٩٤٢	١٠٠	٦٫٥	١٠٠

المصـــدر : - World Energy Supply: Resources, Technologies and Perspectives, Manfred Grathwohl, Table 4-4, Page 233, Walter de Gruyter, & Co. , Berlin, 1982

- Learning About Energy, David J. Rose, Figure 8.12, Page 426, Plenum Press, New York, 1986.

ملاحظة : (١) بلغ اجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم سنة ١٩٧٨ حوالي ٧١٣٠ بليون كيلووات ساعة.

(٢) (---) تعني غير متوافر.

(٣) (-) تعني رقم صغير أو صفر.

الولايات المتحدة وايطاليا، واليابان بشكل اساسي. أما الدول الاخرى التي تستغل هذا المصدر فهي المكسيك والاتحاد السوفيتي ونيوزيلندا وايسلندا.

(ج - ٣) مصادر الطاقة المستقبلية (غير العادية):

(Un - Conventional Energy Sources)

إن هذه المصادر ليست مستغلة حاليا بشكل تجاري بل هي تحت التجربة والتطوير لكي يتم استغلالها بشكل تجاري وعلى نطاق واسع في المستقبل. تنقسم هذه المصادر عموما الى قسمين هما مصادر ناضبة وأخرى متجددة. نستعرض فيما يلي كل صنف بالتفصيل:

● أولا : مصادر الطاقة الناضبة غير العادية

(Un-Conventional Exhaustible Energy Sources)

يندرج تحت هذا البند النفط والغاز المنتجان من انواع الوقود الاحفوري كالنفط الثقيل (Heavy Oil) ورمال القار (Tar Sands) والصخور الزيتية (Oil Shale) والنفط المنتج بطرق الانتاج الثانوية المعقدة والغاز الطبيعي الموجود في التكوينات الصخرية غير العادية وأخيرا تكنولوجيا اسالة الفحم (Coal Liquefaction) وتحويله الى غاز (Coal Gasification). ويسمى النفط المستخرج من هذه المصادر بالوقود الاصطناعي (Synthetic Fuel) لتمييزه عن النفط الخام والغاز المنتج بالغاز الاصطناعي.

ومن الجدير بالذكر ان اعتبار النفط المنتج بطرق الاستخلاص الثانوية المعقدة جزءا من المصادر غير العادية يعود الى امكانية زيادة الكمية المستخلصة من النفط من الآبار المستغلة حاليا مما يضاعف الانتاج النهائي من هذه المصادر. وتكتسب تكنولوجيا اسالة الفحم وتحويله الى غاز اهميتها من الآفاق الجديدة التي تفتحها امام استخدامات الفحم كمصدر للطاقة وذلك اذا ما تم تطوير هذه التكنولوجيا لتصبح ذات جدوى اقتصادية. أما النفط المستخرج من رمال القار والصخور

الـزيتيـة فهـو من المصـادر المعروفة منذ زمن طويل ولكن التكنولوجيا المعروفة حاليا ليست ذات جدوى اقتصادية مما يجعل هذه المصادر غير تجارية في الوقت الحاضر. ولكن نظـرا لضخـامـة هذه المـوارد واستمـرار الابحاث المتعلقة بتطويرها في الدول الصناعية المتقدمة فانه يتوقع ان يكون لهذه المصادر دور هام في المستقبل في اشباع الطلب المتزايد على الطاقة.

ونستعرض فيما يلي الصخور الزيتية ورمال القار والنفط الثقيل باختصار:

الصخور الزيتية (السجيل) : (Oil Shale)

وهي صخـور تحوي ما يقـارب من ١٠٪ من وزنهـا على مواد عضـوية صلبة في حين يشكل الباقي مجموعة من المعادن والاتربة. وقد كانت هذه الصخور تستخدم في المـاضي (قبـل سنـة ١٨٥٩) في مناطق مختلفة من العالم، ولكن اكتشاف النفط أدى الى اختفـاء هذه الاستخـدامـات. وتستغـل حاليـا كل من الصـين والاتحـاد السـوفيتي هذا المصـدر بشكـل محدود لانتـاج الكهـربـاء. وينتـج الـوقود من هذه الصخــور عن طريق تسخينهــا لدرجـات حرارة عاليـة مما يتسبب في تدفق سائـل قطـراني يسمى كيروجـين (Kerogen). ويتحلل هذا السائل بفعل الحرارة المرتفعة مكـونـا سائـلا شبيهـا بالنفـط بالاضافة الى بعض الغازات. ويتكون الكيروجين بشكـل أسـاسي من : كربون بنسبة ٨٠٪ من الوزن وهيدروجين ١٠٪ واكسجين ٦٪ ونيـتروجـين ٣٪ بالاضـافـة الى بعض الشـوائب كالكـبريت ١٪. ويعـرف الكيروجين بشكل عام بالوقود الاصطناعي او نفط الصخور الزيتية (Shale Oil).

وتحـوي الاصناف الجيدة من الصخور الزيتية حوالي ١٢٠ لترا من الكيروجين لكـل طن (نحـو ٩٪ من الـوزن) في حين تحوى الاصناف الرديئة نحو ٧٥ لترا من الكيروجين لكل طن. وعموما، يتطلب انتاج مليون برميل نفط اصطناعي تعدين ما يقـارب من ٥٧٠ مليـون طن من الصخـور الـزيتيـة. وتعـادل هذه الكمية من الصخـور تقـريبـا انتـاج الـولايـات المتحدة من الفحم في السنة الواحدة. وتتفاقم المشكلة اذا علمنـا ان حجم الصخـور المعـالجـة يزداد بمقدار ٣٠٪ بسبب الحرارة

والتفتت مما يتسبب في ايجـاد مشكـلات عديـدة عنـد محاولـة التخلص من النفـايـات النـاتجـة. وتتوزع احتياطيات الصخور الزيتية في معظم أنحاء العالم ولكنها تتفاوت فيـما بينهـا من حيث سمـك الطبقة الحاوية للمورد ونسبة المواد العضوية الى اجمالي الـوزن حيث تتبـاين هذه الصفـات بشكـل كبـير (٤٠ - ٤٨٠ لترا من النفـط الاصطناعي لكل طن). ويوضح جدول (٣ - ٢٢) توزيع الاحتياطيات المعروفة

جدول (٣ - ٢٢) : الاحتياطيات المعروفة والمحتملة للصخور الزيتية حسب أهم الدول، ١٩٨٠.
(بليون برميل مكافىء نفط)

الدولـــة	الاحتياطيات المعروفة		الاحتياطيات المحتملة		اجمالي الكميات	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
الولايات المتحدة	٢٠ر٥	٦ر٠	١٧٢٩ر٩	٨٠ر٦	١٧٥٠ر٤	٧٠ر٥
المغرب	٥٤ر٢	١٦ر٠	-	-	٥٤ر٢	٢ر٢
الاتحاد السوفيتي	٥٠ر٠	١٤ر٧	٣٦٠ر٥	١٦ر٨	٤١٠ر٥	١٦ر٥
تايلند	١٤ر٨	٤ر٤	-	-	١٤ر٨	٠ر٦
السويد	٦ر٥	١ر٩	-	-	٦ر٥	٠ر٣
الأردن	٥ر٩	١ر٧	-	-	٥ر٩	٠ر٢
المانيا الغربية	١ر٨	٠ر٥	-	-	١ر٨	٠ر١
البرازيل	٠ر٦	٠ر٢	-	-	٠ر٦	٠ر-
اسبانيا	٠ر١	٠ر-	-	-	٠ر١	٠ر-
استراليا	-	-	٣ر٦	٠ر٢	٣ر٦	٠ر١
العالم	٣٣٩ر١	١٠٠	٢١٤٥ر٣	١٠٠	٢٤٨٤ر٤	١٠٠

المـصـــدر: World Energy Supply: Resources, Technologies & Perspectives, Manfred Grathwohl, Page 126, Table (3-27), 1982.

ملاحظة: (١) (-) تعني صفر أو غير متوافر.
(٢) (-ر٠) تعني رقم صغير.

والمحتملة حسب أهم الدول حيث يتضح ان اربع دول هي الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي والمغرب وتايلند تمتلك معظم الاحتياطيات المعروفة . وتمتلك الدول الاخرى وهي السويد والاردن والمانيا الغربية والبرازيل مقادير ضئيلة . وتمتلك مجموعة من الدول وهي استراليا وزائير وكندا وايطاليا والصين مقادير مهمة من هذه المصادر.

رمال القار والنفط الثقيل : (Tar Sands & Heavy Oil)

هي مزيج من الرمل والمعادن بنسب تتراوح بين ١٥ و٨٥٪ حيث تشكل مادة البتيومين (القار Bitumen) حوالي ١٠٪ من المعادن . والبتيومين مركب لزج وكثيف وشبه صلب يشكل الكربون ٨٣٪ من وزنه . ويتطلب استخلاص البتيومين عادة رفع درجة الحرارة حتى يتسنى الجريان لهذه المادة . ويدخل البتيومين بعد استخلاصه في انتاج المركبات الهيدروكربونية المختلفة من خلال عمليات تكرير معقدة نظرا لارتفاع وزنه النوعي الذي يعادل ٢٠ درجة حسب مقياس معهد النفط الامريكي (API) . ويتطلب انتاج كل برميل من البتيومين رفع حوالي ثلاثة اطنان من الرمال .

وفيما يتعلق باحتياطيات رمال القار والنفط الثقيل فتتركز في عدد محدود من الدول كما هو موضح في جدول (٣ - ٢٣) حيث تتقاسم كل من فنزويلا وكندا معظم الاحتياطيات المعروفة والمحتملة في حين تأتي الاردن في المرتبة الثالثة بنسبة ضئيلة جدا . وتجدر الاشارة الى ان كندا بدأت باستغلال مواردها من النفط الثقيل ورمال القار منذ عام ١٩٦٧ حيث تقوم عدة شركات بانتاج مقدار من النفط يعادل ٢ر٥ - ٣ر٥ مليون طن سنويا .

الديتريوم والليثيوم : (Deuterium & Lithium)

ان الوقود الاندماجي (Fussion Fuels) المتمثل بالديتر يوم والليثيوم متوافر بشكل هائل يكفي العالم لآلاف السنين . ولكن المشكلة تكمن في تطوير التكنولوجيا

جدول (٣ - ٢٣) : الاحتياطيات المعروفة والمحتملة من النفط الثقيل ورمال القار، ١٩٨٠ .
(بليون برميل مكافىء نفط)

الدولـــة	الاحتياطي المعروف		الاحتياطي المحتمل		اجمالي الكميات	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
فنزويلا	١٤٦ر٦	٤٩ر٩	٣٦٦ر٥	٥٦ر٥	٥١٣ر١	٦٠ر٢
كندا	١٤١ر٥	٤٨ر٢	١١٩ر٥	٢١ر٤	٢٦١ر٠	٣٠ر٦
الأردن	٥ر١	١ر٧	٧٣ر٧	١٣ر١	٧٨ر٤	٩ر٢
المانيا الغربية	٠ر٤	٠ر١	-	-	٠ر٤	-ر٠
الولايات المتحدة	٠ر١	-ر٠	-	-	٠ر١	-ر٠
العالم	٢٩٣ر٦	١٠٠	٥٥٩ر٣	١٠٠	٥٨٢ر٩	١٠٠

المـــصـــدر : World Energy Supply: Resources, Technologies & Perspectives, Manfred Grathwohl, Page 128, Table (3-28), 1982.

ملاحظة : (١) (-) تعني صفر أو غير متوافر.
(٢) (-ر٠) تعني رقم صغير.

الضـروريـة القـادرة على السيطـرة على عملية الاندماج ليتسنى استغلال الحرارة الهائلة الناتجة من التفاعل النووي . ويعتقد بامكانية الحصول على مقدار هائل من الطـاقـة من هذه المصادر نظرا لامكانية الاستفادة على الصعيد النظري حتى الآن من نسبـة كبـيرة جدا من الطـاقـة المختـزنـة في الـوقـود النووي الاندماجي مقارنة بالمفـاعـلات الانشطـاريـة . وتبـذل الـدول الصنـاعيـة جهـودا كبيرة لتطوير هذه التكنولوجيا ولكن العلماء لم يصلوا حتى الآن الى نتائج نهائية .

● ثانيا : مصـــادر الطاقة المتجددة غير العادية :

(Unconventional Renewable Energy Sources)

تعتـبر الطـاقـة الشـمسيـة مصـدرا رئيسيـا لمعظم مصـادر الطاقة المتجددة سواء بطـريقـة مبـاشـرة أو غير مبـاشـرة ما عدا غاز الهيـدروجين الذي سوف نستعرضه باختصار في نهاية هذا الجزء .

إن الطـاقـة الشـمسيـة المبـاشـرة مصـدر غير محدود للطـاقـة وهي موضع اهتمام البـاحثـين للوصـول الى طرق ملائمـة للاستفادة منها . فهناك العديد من مشاريع الابحاث الضخمة لتطوير هذا المصدر للاستفادة منه في انتاج الكهرباء والتبريد . ولكن الاستخـدامـات ذات الجـدوى الاقتصـاديـة في الـوقت الحـاضر تنحصر في التـدفئـة وتسخـين الميـاه وبعض أغـراض الـزراعـة وأخـيرا عمليـات التحـويـل الكهـروضـوئية (Photovoltaic Conversion) . أما انتاج الكهرباء على نطاق تجاري بواسطة الطاقة الشمسية فليس ممكنا في الوقت الحاضر نظرا لارتفاع التكلفة مقارنة مع تكلفـــة استخـــدام المصـــادر التجـاريـة الاخـرى . أمـا عمليـات التحـويـل الكهـروضـوئية فيقصد منها استخدام الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Cells) في انتـاج الكهـرباء مباشرة من الطاقة الشمسية . ونظرا لارتفاع تكاليف تصنيعها فان استخداماتها تنحصر في الأجهزة الالكترونية والأقمار الصناعية .

هذا وتتفـاوت الجـدوى الاقتصـادية لاستخدامات الطاقة الشمسية من منطقة الى اخـــرى اعتـــمادا على عوامـل عديـدة أهمهـا عدد ساعـات ظهـور الشمس ومتـوسـط درجة الحرارة ومدى تطابق فترة ظهور الشمس مع فترة اشتداد الطلب على الطاقة الكهربائية ودرجة الرطوبة بالاضافة الى عوامل تكنولوجية مثل كفاءة خلايا التحويل .

وتشمـل الطـاقـة الشمسية غير المباشرة عدة مصادر مثل الرياح (Wind Energy) والأمـــواج (Wave Energy) وفـوارق درجـات المحيطـات (Ocean Thermal Energy) والمـواد العضـوية (Biomass) وأخيرا عملية المد والجزر (Tidal Energy) . وتتميز هذه

المصادر بتواجدها في مناطق معينة من الكرة الارضية وان كانت غير ناضبة لتجددها المستمر.

وتهدف الابحاث الجارية في عدد كبير من دول العالم الى استغلال الطاقة الميكانيكية المختزنة في الرياح والامواج وحركة المد والجزر في انتاج الكهرباء. ولكن عدم الجدوى الاقتصادية لهذه المصادر يجعلها مصادر غير مهمة حاليا ويستبعد دخولها في اسواق الطاقة في المستقبل القريب على نطاق تجاري. ولكن ذلك لا يمنع من احتمال استخدامها بشكل محدود في بعض مناطق العالم كما في المناطق النائية من بعض الدول.

أما الطاقة العضوية فتتولد عند تحويل الكائنات العضوية الى انواع مختلفة من الوقود. وتشمل الكائنات العضوية البقايا الزراعية والحيوانية والقمامة ومنتجات الغابات. ويستفاد من هذه المواد العضوية عن طريق الحرق المباشر كما هي الحال بالنسبة لمنتجات الغابات او بتحويلها الى انواع مختلفة من الكحوليات كالميثانول والايثانول من خلال عمليات كيماوية وانتاج غاز الميثان. وتعتبر هذه المصادر ذات أهمية محلية في بعض أجزاء العالم وخصوصا الدول النامية ولكن لا يتوقع دخولها اسواق الطاقة على نطاق تجاري في المستقبل المنظور.

وأخيرا نشير الى الهيدروجين كمصدر للطاقة. إن هذا المصدر ما زال يتطلب جهودا كبيرة لتطويره وتحقيق جدواه الاقتصادية. ولكن نظرا لما يمثله هذا المصدر من امكانات غير محدودة فان الابحاث مستمرة للوصول الى طرق فعالة واقتصادية لفصل الهيدروجين من الماء. أما استخدامات الهيدروجين الحالية فتنحصر في الصناعات المختلفة كمصانع التكرير والكيماويات. ولا يستخدم الهيدروجين كوقود إلا في الصواريخ والمركبات الفضائية التي لا تشكل فيها تكاليف الوقود أهمية تذكر بالمقارنة مع اجمالي التكاليف.

د - العوامل التي تحد من ندرة المواد الطبيعية

من المحتمل تعرض النمو الاقتصادي في العالم الى التباطؤ مستقبلا نظرا لوجود علاقة مباشرة بين حجم الناتج القومي الاجمالي واستهلاك الطاقة في معظم

الاقتصـادات المتقـدمة من جهة ومحدودية مصادر الطاقة المختلفة من جهة اخرى. ولكن هذا الاحتمال ليس قويا كما يبدو لأول وهلة نظرا لوجود عوامل عديدة تسهم في الحد من ندرة مصادر الطاقة وتسمح بالسيطرة على التكاليف ومنع ارتفاعها في المستقبل مما يضمن للعالم امكانية استمرار النمو الاقتصادي لفترة طويلة كما حدث في الماضي. ونذكر هنا بعض هذه العوامل باختصار :

أولا : عملية التكيف (Adaptation) : ان قدرة الانسان على التكيف مع البيئة أو مع المعطيات المستجـدة في حياته تعتبر ضرورية للحد من ارتفاع تكاليف الانتاج ويتم ذلك من خلال تعويض مواد أولية وتكنولوجيا جديدة محل تلك التي ارتفعت تكاليفها.

ثانيـا : الابتكـارات في مجال التكنـولوجيا (Technological Innovation) : في سياق المواجهة بين المجتمعات ومشكلات الندرة في مصادر الطاقة تظهر الابتكارات التي تكـون عادة نتيجـة لتبـاين الأسعار النسبية لعوامل الانتاج. وتجدر الاشارة الى أن هذه الابتكـارات لا تحدث بشكــل مجرد ولكنهـا حصيلة الأبحـاث الهـادفـة لحل المشكلات التي تواجه المجتمعات في حقل الموارد الطبيعية بشكل عام.

ثالثـا : التقـدم في تكنـولـوجيا البحث والاستكشاف : ان اكتشاف الاحتياطيات الضخمـة من مصـادر الطـاقـة المختلفة بشكل خاص والموارد الطبيعية بشكل عام يأتي عادة نتيجة للتقدم التقني في مجالات البحث والتنقيب. ولعل من المناسب ذكر بعض أوجه هذا التقدم وذلك على سبيل المثال لا الحصر:

أ - التصـويـر الجـوي (Aerial Photography) والـذي بواسطتـه اصبح من الممكن وضـع سجـل مفصـل عن طبيعـة الأرض وتضاريسها بالاضافة الى معرفة مميزات طبقاتها السفلى.

ب - طرق المسح الجيولوجية (Geological Survey Techniques) وهذه الطرق نافعة في مجالات متعـددة مثـل بنـاء الطـرق والبحث عن المعـادن وأخـيرا في مسـاعـدة المـزارعـين البـاحثين عن انواع معينة من التربة. وهناك نوعان آخران من عمليات المسح وهي العمليـات الجيـوفيـزيـائيـة (Geophysical) والتي تعتمد على الخواص

الفيـزيائية كالمغناطيسية والجاذبية والقدرة على نقل الذبذبات من جهة والعمليات الجيـوكيميـائيـة (Geochemical) التي تصلح للتأكـد من وجـود بعض المعادن النادرة ذات التركيز المتدني والتي لا يمكن اكتشافها بالطرق السابقة من جهة اخرى.

رابعا: التقدم في تكنولوجيا الانتاج: هناك تطورات مستمرة في المجالات المتعلقة بالانتـاج ومـدى كفـاءته وفي هذا المجال يمكن ذكر عدة امثلة، **أهمها**: زيادة نسبة الانتاج من آبار النفط من خلال استخدام طرق حديثة والاتجاه نحو زيادة استغلال الخامات الموجودة بتركيز منخفض في بعض المناطق مثل اكسيد اليورانيوم، والتقدم في صنـاعـة الاخشـاب، حيث ان المخلفـات النـاتجـة من قطـع الأخشاب يجري استغلالها في صناعة الألواح المضغوطة بدلا من التخلص منها.

خامسـا: استـبـدال المـوارد النـادرة بالمـواد الاقـل ندرة في الصنـاعـة (Substitution In Industry): ان أفضـل مثـال على ذلـك هو التحـول التـدريجي (الذي حدث للصناعة في اوروبا) من استخدام الاخشاب الى استخدام الفحم وذلـك لانحسـار الغـابـات وبـالتالي ارتفاع التكاليف. وكذلك الاتجاه نحو النفط بسبب توافـره وسهـولـة استخدامه ورخصه. وهناك أمثلة أخرى كاستبدال المطاط المصنـع من النفـط مكـان المطـاط الطبيعي واستبدال الانسجة الطبيعية بالأنسجة الصناعية وايضا استبدال النحاس بالألمنيوم في الاستخدامات المختلفة.

سادسـا: اقتصـاديـات الحجم (Economies of Scale): ان وجـود اقتصـاديـات الحجم في الصنـاعـات المختلفـة يعني امكـانيـة الاستفادة من مزايا الانتاج الكبير وبـالتـالي تخفيض متـوسـط التكلفة مما يؤدي الى استخدام كميات اقل من الموارد الطبيعية النادرة. فعلى سبيل المثال يمكن القول بأن مزايا الانتاج الكبير الموجودة في صنـاعـة انتاج الكهرباء تسمح بزيادة كفاءة الانتاج وبالتالي تقلل من الكميات المستخدمة من مصادر الطاقة لانتاج كمية معينة من الكهرباء.

سابعا: الاستبدال في الاستهلاك (Substitution In Consumption): ان التحولات التي تصيب أنـماط الاستهـلاك تعتبر من العوامل المهمة التي تخفف من ندرة الموارد الطبيعية وذلك من خلال التقليل من استخدام بعض الموارد التي تتصف بالندرة في

مقابل زيادة استخدام المصادر الاخرى. فالتحول من استخدام السيارات الشخصية الى وسائل المواصلات الجماعية يقلل من استخدام وقود البنزين النادر نسبيا بالمقارنة مع الديزل أو الكهرباء. أما بالنسبة للموارد الاخرى فهناك التحول من اللحوم الى الحبوب وكذلك التحول من الاخشاب الطبيعية الى الاخشاب المضغوطة.

ثامنا: تحسين المواصلات والتجارة الخارجية: ان التوسع في استخدام وسائل المواصلات وتشجيع التجارة الخارجية ييسر استغلال احتياطيات الموارد الطبيعية المتواجدة في المناطق النائية من العالم وخصوصا في الدول النامية التي تتركز فيها معظم الاكتشافات الجديدة لمصادر الطاقة. كما ان ذلك يتيح الفرصة للاستفادة من الميزة النسبية التي تتمتع بها كل دولة.

تاسعا: التدوير (Recycling): لقد ازداد الاهتمام بالتدوير (اعادة الاستخدام) حديثا بسبب ما تمثله هذه العملية من توفير للموارد الطبيعية وتقليل من التلوث الناتج من القمامة. ولتوضيح المقدار الذي يمكن توفيره من خلال عملية التدوير سنفترض أن ٨٠٪ من الكمية الكلية المستخدمة من المورد الطبيعي سنويا يمكن استرجاعها. فعندئذ يمكن لـ ١٠٠ طن من مورد معين اشباع طلب يعادل الكمية الأصلية عدة مرات.

الكمية الكلية بعد التدوير = ١٠٠ + ٨٠ + ٦٤ + ٥١ر٢ + ...

= ١٠٠ (١ + ٠ر٨ + (٠ر٨)^{٢} + (٠ر٨)^{٣} + ..)

= ١٠٠ (١ / ١-٠ر٨) = ١٠٠ (٥) = ٥٠٠ طن

يتضح من المثال السابق ان عملية التدوير تضاعف الفائدة من مقدار معين من المورد الطبيعي المستخدم مما يطيل من عمر المورد. هذا ويختلف مقدار التدوير الأمثل من مجتمع الى آخر اعتمادا على العوامل الاقتصادية السائدة من حيث أجور الأيدي العاملة والسياسة الضريبية.

مراجع الفصل الثالث

- Manfred Grathwohl, World Energy Supply , Resources, Technologies, and Prespectives, Walter de Gruyter & Co., Berlin, Germany, 1982.

- Joseph P. Riva, Jr., World Petroleum Resources and Reserves, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.

- E.N. Tiratsoo, Natural Gas, Scientific Press Ltd., England, Third Edition, 1979.

- David J. Rose, Learning about Energy, Plenum Press, New York, U.S.A., 1986.

- Russell Mills and Arun N. Toke, Energy, Economics, and the Environment, Prentice - Hall, Inc., U.S.A., 1985.

- Diana Schumacher, Energy : Crisis or Opportunity, McMillan Publishers Ltd., England, 1985.

- Robert L. Loftness, Energy Handbook, Van Nostrand Rein Hold Co., U.S.A., 2nd Edition, 1984.

- Sybil P. Parker, Editor, McGraw-Hill Encyclopedia of Energy, McGraw-Hill Book Company, U.S.A., 2nd Edition, 1981.

- Don Hedley, World Energy : The Facts & The Future, Euromonitor Publications Ltd., England, 1981.

- Robert A. Meyers, Editor, Handbook of Energy Technology and Economics, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 1983.

- Donald L. Wise, Editor, Fuel Gas Systems, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, U.S.A., 1983.

- Charles W. Howe, Natural Rosource Economics, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 1979

- Richard L. Gordan, World Coal : Economics, Politics, and Prospects, Cambridge, U.K., Cambridge University Press, 1987.

- محمد محمود عمار، الطاقة : مصادرها واقتصادياتها، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، ١٩٨٦ .

- حسين عبدالله ، اقتصاديات البترول، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٨٦ .

الفصل الرابع
النظرية الاقتصادية واستغلال الموارد الناضبة

(Economic Theory and Exhaustible Resources)

(ج - ٤) مقارنة سعر المورد الناضب في سوق المنافسة الكاملة بسعره في سوق الاحتكار.

د- العوامل التي تؤثر في تكلفة الاستنزاف :

(د - ١) التغيرات في سعر الفائدة .

(د - ٢) التغيرات في الاحتياطي .

(د - ٣) التقدم التكنولوجي .

(د - ٤) النمو في الطلب .

(د - ٥) وجود مصادر بديلة حاجزية .

هـ- الاختلالات في اسواق الموارد الناضبة :

(هـ - ١) عدم تساوي سعر الفائدة في السوق مع نظيره الاجتماعي .

(هـ - ٢) عدم تساوي سعر الفائدة الشخصي مع نظيره في السوق .

- المراجع .

أ - تمهيـــد

يستعـرض هذا الفصـل النظـريـة الاقتصـاديـة الكـلاسيكية لاستغلال الموارد الناضبة كما وضحها هوتلينج (Hotelling) في سنة ١٩٣٠ . وتستند هذه النظرية الى عدة افـتراضـات اهمهـا محدوديـة الكميـة المتـوافـرة من المـورد ومن ثم نضوبه مع الاستخدام من جهة وتوافر اسواق مستقبلية لجميع الفترات من جهة اخرى .

وباختصار شديد ، تؤكد هذه النظرية على ان محدودية الموارد الناضبة من حيث الكميـات المتـوافـرة للانتاج تؤدي بالضرورة الى ترابط قرارات الانتاج الحالية مع القـرارات المستقبليـة . لذلـك فان الفترات الزمنية المتلاحقة لا تتسم بالاستقلالية وعليـه يترتب اختيـار مستوى الانتاج للمورد الناضب على أساس مقارنة الفترات الحـاليـة مع الفـترات المستقبليـة . ويؤكد هذا النمط من التحليل بالضرورة على أهميـة عامـل الـزمن مما يجعـل التحليل الاستاتيكي التقليدي غير مناسب لتحديد الحجم الأمثل للانتاج للفترات الزمنية المتتالية . وبعبارة أخرى فإن الإطار المناسب لمعالجة مشكلة استغلال الموارد الناضبة هو التحليل الديناميكي .

وسـوف نوضـح في بقية هذا الفصل المعيار الديناميكي الذي يجب تحققه لضمان استغـلال المـورد النـاضب بشكـل أمثل . ومن ثم ننتقل الى الحديث عن العوامل التي تؤثـر في سعـر المـورد النـاضب ارتفـاعـا وانخفـاضا . وأخيرا نشير الى بعض الاختـلالات الهيكليـة في السـوق والتي تؤدي الى عدم الاستقرار في اسواق الموارد الناضبة مما يقود الى عدم تناسب الانتاج مع رغبات المجتمع .

ولكن من الضـروري في البـدايـة استعراض بعض المفاهيم الاساسية لتوضيح معيـار الاستخـدام الأمثـل للمـورد النـاضب والتي تتمثـل في سعر الفائدة ومفهوم القيمة الحالية .

(أ - ١) سعر الفائدة (Interest Rate) :

إن مقارنة الكميات النقدية الحالية مع الكميات المستقبلية (الايرادات، التكاليف، الارباح) تتطلب استخدام سعر الفائدة السائد في السوق وذلك لاهمية الترتيب الزمني لتوافر هذه المقادير نظرا لامكانية اعادة إستثمارها للحصول على فوائد مصرفية اوعائد من الاستثمار. فكما هو معروف أن الدينار المتوفر حاليا لا يساوي الدينار المتوفر بعد سنة وذلك لإمكان وضع الدينار الحالي في البنك والحصول على فائدة لمدة سنة كاملة، أي ان الدينار الحالي يساوي (١ + سعر الفائدة) دينارا في نهاية السنة.

ونشرح فيما يلي دور سعر الفائدة في تحديد مدى التفضيل الزمني للاستهلاك كما نوضح ميكانيكية تحديد سعر الفائدة في الاقتصاد، وذلك بافتراض ان الفترة الواحدة تمثل سنة كاملة.

(أ - ٢) دور سعر الفائدة :

يمثل سعر الفائدة مفتاح التوزيع الامثل للموارد الاقتصادية الناضبة بين الفترات الزمنية ويقوم سعر الفائدة بهذه الوظيفة من خلال خلق سعر للاستهلاك المستقبلي مقارنة مع الاستهلاك الحالي. فمن المعروف بأن النظرية الاقتصادية تفترض بأن كل مستهلك يعظم منفعته عن طريق توزيع دخله المتاح بين الفترات المستقبلية والفترة الحالية بحيث يتحقق في هذا التوزيع شرط توازن المستهلك والذي يتطلب تساوي المنفعة الحدية للوحدة النقدية من الاستهلاك عبر الزمن، ويمكننا صياغة شرط التوازن المذكور على شكل المعادلة (١) :

$$\frac{\text{المنفعة الحدية من الاستهلاك الحالي}}{\text{سعر الاستهلاك الحالي}} = \frac{\text{المنفعة الحدية من الاستهلاك المستقبلي}}{\text{سعر الاستهلاك المستقبلي}} \quad (١)$$

وكما هو موضح تشترط المعادلة أعلاه والتي تمثل فترتين فقط تساوي المنفعة الحدية من الاستهلاك الحالي لكل دينار يصرف حاليا مع المنفعة الحدية من الاستهلاك المستقبلي لكل دينار يصرف آنذاك. وتمثل هذه المعادلة نقطة توازن المستهلك وذلك لأن المستهلك لن يستطيع عندئذ رفع مستوى رفاهيته باعادة توزيع نمط استهلاكه. ولتوضيح دور سعر الفائدة في توازن المستهلك نبدأ بافتراض ان الدخل المتاح لشخص ما يساوي (د) وان هذا المستهلك بصدد توزيع هذا الدخل المتاح بين الفترة الحالية والفترة المستقبلية (السنة القادمة). فمن الواضح ان باستطاعة هذا الفرد انفاق (استهلاك) جميع دخله الآن وعدم انفاق اي شيء في الفترة المستقبلية او ادخار جميع دخله الآن وبالتالي انفاق (استهلاك) مقدار يساوي د(١ + ف) في المستقبل، حيث ان ف تمثل سعر الفائدة السائد في السوق. وحيث ان الفرد عادة ما يوزع دخله بين الفترتين فان بامكاننا كتابة معادلة الدخل كالآتي:

$$\text{د} = \text{الاستهلاك الحالي} + \frac{\text{الاستهلاك المستقبلي}}{(\text{١} + \text{ف})} \qquad (\text{٢ أ})$$

وبمقارنة المعادلة (٢ أ) مع معادلة الدخل المكتوبة بصيغة الأسعار الحالية والمستقبلية كما في (٢ ب):

$$\text{الدخل} = \text{الاستهلاك الحالي} \times \text{سعر الاستهلاك الحالي} + \text{الاستهلاك المستقبلي} \times \text{سعر الاستهلاك المستقبلي} \qquad (\text{٢ ب})$$

نستنتج من المعـادلـة (٣)، التي تربـط بين سعـر الفـائدة والأسعار الحالية والمستقبلية أن :

سعر الاستهلاك الحالي = ١

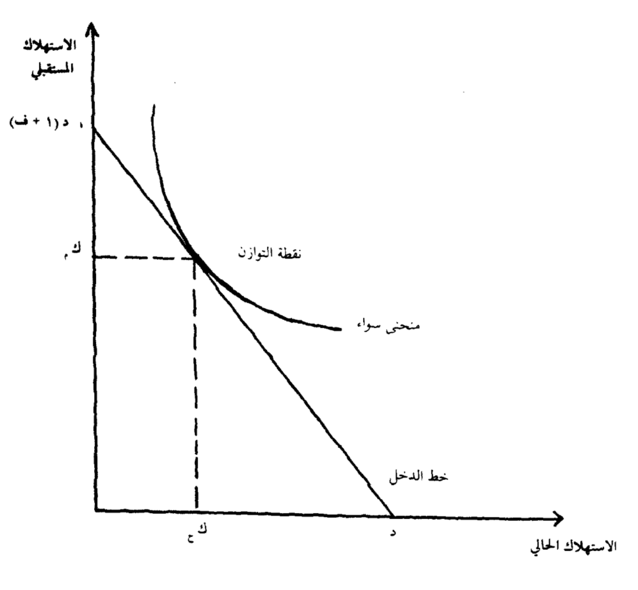
$$\text{سعر الاستهلاك المستقبلي} = \frac{١}{١ + ف}$$

بتعويض المعادلة (٣) في المعادلة (١) نستنتج الآتي :

$$\frac{\text{المنفعة الحدية للاستهلاك الحالي}}{\text{المنفعة الحدية للاستهلاك المستقبلي}} = ١ + ف \qquad (٤)$$

يتضـح من المعـادلـة (٤) دور سعـر الفـائدة في توزيع الاستهلاك بين الفترات المختلفة وأهميته في توازن المستهلك عبر الزمن، حيث نستنتج من المعادلة (٤) بأن الفـرد يوزع دخله بين الاستهـلاك الحـالي والاستهـلاك المستقبـلي بحيث يتساوى حاصل قسمة المنفعة الحدية من الاستهلاك في كل فترة مع المقدار واحد زائد سعر الفـائـدة. ويبـين الشكـل (٤ - ١) هذه الفكرة بيانيا. ولكي نوضح تأثير مستوى سعـر الفـائـدة على درجة تفضيل الحاضر على المستقبل، نفترض ان سعر الفائدة ارتفع عن مستواه الحالي، عندئذ يحصل خلل في التوازن بسبب كون الطرف الأيسر أكـبر من الطـرف الأيمن في المعـادلة (٤) ولكي يرجع المستهلك الى حالة التوازن يجب زيـادة الطـرف الأيمن بمقـدار كاف ليتساوى مع الطرف الأيسر. وحيث ان تقليل الاستهلاك يرفع المنفعة الحدية بسبب قانون تناقص المنفعة الحدية لذلك فان تقليـل الاستهـلاك الحـالي وزيـادة الاستهلاك المستقبلي يؤ ديان الى زيادة حاصل القسمـة في الطـرف الأيمن من المعـادلـة (٤). وتستمـر عملية اعادة التوزيع هذه حتى يتساوى طرفا المعادلة.

شكل (٤ - ١) توازن المستهلك



ملاحظة: د - تمثل مقدار الدخل المتاح للاستهلاك الحالي أو ادخاره للمستقبل.

ف - تمثل سعر الفائدة السائد في السوق.

ك ح - تمثل مقدار الاستهلاك الحالي عند نقطة التوازن.

ك - تمثل مقدار الاستهلاك المستقبلي عند نقطة التوازن.

معادلة خط الدخل : د = الاستهلاك الحالي + $\frac{\text{الاستهلاك المستقبلي}}{(1 + \text{ف})}$

أو :

د = الاستهلاك الحالي × سعر الاستهلاك الحالي

+ الاستهلاك المستقبلي × سعر الاستهلاك المستقبلي

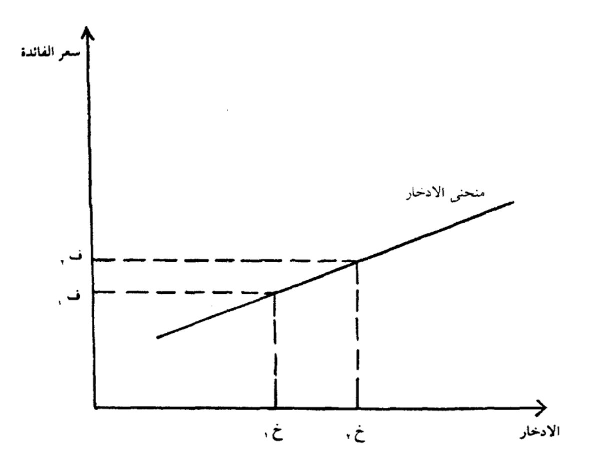
نستنتج من ذلك ان ارتفاع سعر الفائدة يؤدي الى تقليل الاستهلاك الحالي وزيادة الاستهلاك المستقبلي (الادخار) ولذلك فانه يمكننا القول ان المستهلك له منحنى ادخار خاص به كما في الشكل (٤ - ٢). ويعكس منحنى الادخار العلاقة الطردية بين مقدار الادخار وسعر الفائدة السائد في السوق. وبجمع منحنيات الادخار للافراد نحصل على منحنى الادخار للمجتمع الذي يماثل منحنى الادخار للفرد في كونه ذا ميل موجب (أي توجد علاقة طردية بين مقدار الادخار وسعر الفائدة السائد في السوق).

(أ - ٣) تحديد سعر الفائدة التوازني :

لكي نبين كيفية الوصول الى نقطة التوازن التي تحدد مقدار الادخار وسعر الفائدة في المجتمع يجب علينا ادخال الجانب الآخر من السوق في هذا التحليل، والجانب الآخر هو الطلب على المدخرات. يأتي هذا الطلب على المدخرات من وجود امكانيات استثمارية في المجتمع وبما ان هذه الاستثمارات تحتاج للاموال للقيام بها فانه بالامكان ترتيبها على شكل جدول يبين مقدار الاستثمارات المربحة عند كل مستوى من اسعار الفائدة. وحيث ان الفرص الاستثمارية ذات العائد المرتفع يمكن استغلالها أولا حتى بوجود سعر فائدة عال على القروض فانها تأتي في المقدمة وكلما قل سعر الفائدة يكون بالامكان زيادة حجم الاستثمارات عن طريق استغلال الفرص ذات العائد الاقل نسبيا. لذلك فان منحنى الطلب على المدخرات يأخذ الشكل العادي لمنحنيات الطلب أي انه ذو ميل سالب كما هو مبين في الشكل (٤ - ٣)، ويسمى هذا المنحنى بجدول الكفاءة الحدية لرأس المال ويبين العلاقة العكسية بين سعر الفائدة وحجم الاستثمارات.

وحيث ان جانبي السوق قد اكتملا فانه بوضع هذين المنحنيين وهما منحنى الادخار للمجتمع ومنحنى الكفاءة الحدية لرأس المال مع بعض نحصل على نقطة التوازن نتيجة للتفاعل بين الطلب والعرض. وبذلك يتحدد سعر الفائدة التوازني ومقدار الادخار والاستثمار التوازني. ويوضح شكل (٤ - ٤) نقطة التوازن (أ). وتجدر الاشارة هنا بأن التحليل أعلاه يعتمد على تحليلات النظرية الكلاسيكية

شكل (٤ - ٢) منحنى ادخار المستهلك



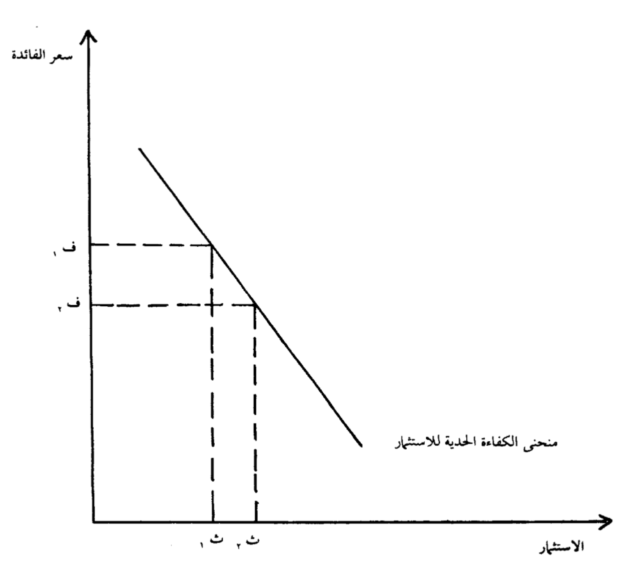
ملاحظة :

خ١ = د - ك ح١ = ك م ١

خ٢ = د - ك ح٢ = ك م ٢

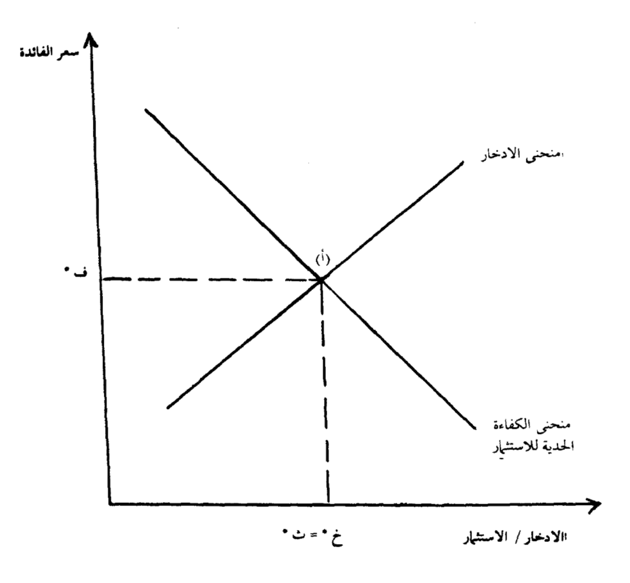
حيث ان ك ح١ وك ح٢ هما الاستهلاك الحالي عند سعري الفائدة ف ١ ف ٢

شكل (٤ - ٣) : منحنى الكفاءة الحدية لرأس المال



ث ١ و ث ٢ - مقدار الاستثمار عند سعري فائدة ف ١ و ف ٢

شكل (٤ - ٤) : تحديد سعر الفائدة التوازني



ملاحظة : (ف)* تمثل سعر الفائدة التوازني.

خ* - الادخار التوازني.

ث* - الاستثمار التوازني.

للدخل والاستخدام والتي تفترض وجود هذه الميكانيكية في الاسواق الحرة. ولكن ليس من الضروري لأغراض البحث الحالي ان يتحدد سعر الفائدة نتيجة لهذه التفاعلات بل يكفي وجود سعر الفائدة حتى ولو تم تحديده بواسطة السياسة النقدية للدولة.

ب - القيمة الحالية (Present Value)

سوف نشرح فيما يلي مفهوم القيمة الحالية وأهميتها وكيفية حسابها وأخيرا العوامل التي تؤثر فيها، ثم ننتقل الى شرح كيفية تعظيم القيمة الحالية في ظل سياسات مختلفة تؤدي الى قيم حالية متباينة.

تتخذ المؤسسات القرارات الانتاجية والتسعيرية بالاعتماد على توقعاتها بالنسبة للإيرادات والتكاليف والأرباح في الفترة الحالية والفترات المستقبلية. ونظرا لأهمية الترتيب الزمني لهذه المقادير النقدية كما سبق وان ذكرنا بسبب توافر امكانية اعادة استثمارها في البنوك على شكل ودائع أو بشكل آخر لذلك تبرز الحاجة لاختيار طريقة مناسبة تتيح مقارنة هذه الكميات المتباعدة زمنيا على أساس واحد.

إن حل هذه المعضلة يتطلب استخدام مفهوم القيمة الحالية، ويقصد بذلك تحويل الكميات المستقبلية جميعها الى كميات حالية باستعمال سعر الفائدة السائد في السوق. وبذلك تتم معرفة القيمة الحالية لهذه المقادير المستقبلية ومن ثم تسهل عملية مقارنتها. ويتم ذلك عن طريق خصم هذه الكميات تباعا حتى يتم توصيلها الى الحاضر.

وبالاضافة الى فائدة حساب القيمة الحالية في الحصول على مقادير يمكن مقارنتها مع كونها متباعدة زمنيا فانه ايضا يمكننا الاستفادة من هذه الطريقة في قياس تأثير السياسات المختلفة للمؤسسة على هذه الكميات وبالتالي اختيار تلك السياسة التي تجعل القيمة الحالية اكبر ما يمكن. وبذلك يمكن للمؤسسات ان تهتدي الى السياسة الانتاجية والتسعيرية التي تتيح لها الحصول على اعظم قيمة حالية لأرباحها حيث يمثل الربح الهدف الاساسي من الانتاج كما هو معروف.

(ب – ١) كيفية حساب القيمة الحالية :

نفترض ان الكميات الحالية والمستقبلية المتوقعة (قد تكون ايرادات او تكاليف أو الفرق بينهما أي الأرباح) هي كالآتي :

ك (٠) – الكمية الحالية .

ك (١) – الكمية في السنة القادمة .

ك (٢) – الكمية في السنة الثانية .

ك (٣) – الكمية في السنة الثالثة .

لكي يتم حساب القيمة الحالية لهذه الكميات نفترض ان سعر الفائدة (التوازني) السائد في السوق هو (ف) وبذلك يمكننا حساب القيمة الحالية للمقادير المذكورة عن طريق خصمها كالآتي :

١) القيمة الحالية للكمية الحالية هي : ق ح(٠) = ك (٠)

٢) القيمة الحالية للكمية المتوقعة بعد سنة هي : $\text{ق ح (١)} = \frac{\text{ك (١)}}{\text{(١ + ف)}}$

٣) القيمة الحالية للكمية المتوقعة بعد سنتين هي :

$$\text{ق ح (٢)} = \frac{\text{ك (٢)}}{\text{(١ + ف)}^{٢}}$$

٤) القيمة الحالية للكمية المتوقعة بعد ثلاث سنوات هي :

$$\text{ق ح (٣)} = \frac{\text{ك (٣)}}{\text{(١ + ف)}^{٣}}$$

ويرجع السبب في ذلك الى ان الدينار الحالي يمكن ايداعه في البنك للحصول على فائدة مقدارها (ف) بالاضافة الى القيمة الاساسية عند نهاية السنة الاولى . أي ان الدينار الحالي يصبح (١ + ف) دينارا بعد سنة وتبعا لذلك فان الدينار المستقبلي يساوي فقط (١/١ + ف) في الوقت الحاضر. وعليه فالقيمة الحالية للكمية ك (١) تساوي ك (١)/(١ + ف)

ولحساب القيمة الحالية لاية كمية مستقبلية فانه بامكاننا استخدام الصيغة العامة كما في المعادلة (٥) التالية :

$$\text{ق ح (ن)} = \frac{\text{ك (ن)}}{\text{(١ + ف)}^{\text{ن}}} \qquad (٥)$$

حيث تشير ن الى السنة التي تتوفر فيها الكمية.

ولحساب القيمة الحالية لمجموع الكميات المذكورة فاننا نجمع القيمة الحالية لكل كمية وبذلك نحصل على الاتي :

القيمة الحالية لمجموع الكميات = ق ح(٠) + ق ح(١) + ق ح(٢) + ق ح(٣)

مجموع ق ح = ك (٠) + ك (١)/(١ + ف) + ك (٢)/(١ + ف)^{٢} +
ك (٣)/(١ + ف)^{٣} (٦)

مثال عددي : كيفية حساب القيمة الحالية.

نفترض ان ك (٠) = ١١٠ ، ك (١) = ١١٠ ، ك (٢) = ١١٠ دنانير.

وأن سعر الفائدة السائد (ف) = ١٠٪، احسب القيمة الحالية لمجموع المقادير السابقة؟

ق ح (٠) = ك (٠) = ١١٠ دنانير

ق ح (١) = ك (١)/(١ + ف) = ١١٠/(١ + ١ر) = ١٠٠ دينار

ق ح (٢) = ك (٢)/(١ + ف)^{٢} = ١١٠/(١+١ر)^{٢} = ٩ر٩٠ دينار

إذاً مجموع ق ح = ق ح (٠) + ق ح (١) + ق ح (٢)

= ١١٠ + ١٠٠ + ٩ر٩٠ = ٩ر٣٠٠ دينار

(ب - ٢) تأثير سعر الفائدة في القيمة الحالية :

لاحظنا عند حساب القيمة الحالية لاية كمية مستقبلية ان سعر الفائدة يظهر دائما في المقام، لذلك فان ارتفاع سعر الفائدة يؤدي الى زيادة المقام وبالتالي الى تقليل القيمة الحالية لهذه الكمية . ويعني هذا تقليل اهمية الكميات المستقبلية بالمقارنة مع الكميات الحالية. اضافة الى ذلك، فانه كلما كانت الكمية بعيدة زمنيا زاد تأثير ارتفاع سعر الفائدة على قيمتها الحالية بسبب تضاعف المقام. والعكس صحيح ايضا، حيث ان انخفاض سعر الفائدة يؤدي الى زيادة أهمية الكميات المستقبلية بالمقارنة مع الكميات الحالية.

نستنتج مما ذكر ان سعر الفائدة يحدد مدى اهمية المستقبل مقارنة بالحاضر. فكلما زاد سعـر الفـائـدة قلت أهمية المستقبل مقارنة بالحاضر وكلما قل سعر الفائدة زادت اهمية المستقبل مقارنة بالحاضر. واعتمادا على ذلك يمكننا القول انه في حالة ارتفاع سعـر الفـائـدة فان السيـاسات التي تركز على المدى القصير تصبح هي المفضلة في حين يرجـح انخفـاض سعـر الفائدة السياسات ذات التركيز على المدى الطويل. وبعبـارة اخـرى، يمكن القـول ان المؤسسة التي تنتهج السياسات القصيرة الأمد تستعمل سعر فائدة أعلى من تلك المؤسسات ذات الأمد البعيد وبالتالي فان النوع الاول يخصم الكميات المستقبلية بحدة مقارنة بالنوع الثاني.

(ب - ٣) تعظيم القيمة الحالية :

من المعـروف ان المؤسسـات تهتم بالحصـول على اعلى الاربـاح الممكنـة من عمليـاتهـا الانتـاجيـة، ومن ثم فانهـا تبحث عن طريقة لتعظيم اربـاحهـا على مدى الفترات القادمة كلها وذلك باتباع السياسات الانتاجية والتسعيرية المناسبة. ومن هنا فان تحديد القيمة الحالية للارباح المستقبلية الناتجة عن كل سياسة انتاجية مهم جدا لانه بالامكان مقارنة هذه القيم الحالية واختيار السياسة التي تحقق أعظم قيمة حالية ممكنة.

وفي حالـة وجـود عدد كبير من السياسات التي يمكن اتباعها والتي تؤدي الى نتائج مختلفة فان الكيفية التي يمكن بواسطتها تحديد القيمة العظمى بدون مقارنة جميـع الاحتمالات هي كتـابـة القيمـة الحـاليـة للكميـات المستقبليـة على شكل متغيرات ومن ثم تطبيق المبـادىء الرياضية لتعظيم الدوال للحصول على شروط تعظيم القيمة الحالية.

ولكننـا في هذا الكتـاب سوف نستخـدم طرقـا اقتصادية للوصول الى الشروط الـواجب توفـرهـا لتعظيم القيمة الحالية بدلا من الاساليب الرياضية. ومن الجدير بالـذكـر انـه في حالـة استقلالية الفترات المتتالية فان تعظيم القيمة الحالية لمجموع الكميات المستقبلية يمكن التوصل اليه عن طريق ايجاد القيمة العظمى لكل كمية على حدة ومن ثم جمع هذه القيم العظمى.

ج - معيار الاستغلال الأمثل للموارد الناضبة

بما ان الموارد الناضبة محدودة الكمية فان الانتاج الحالي والمستقبلي مترابطان ببعضهما لذلك فان توافر الشروط الاستاتيكية لاستغلال الموارد لا يكفي بل يجب توافر الشرط الديناميكي ايضا والذي يتعلق بالاستغلال الامثل للموارد الناضبة عبر الزمن. ويعتمد الشرط الديناميكي على مفهوم تكلفة الاستنزاف والتوازن بين المردود الحالي والمستقبلي من استغلال المورد الناضب.

(ج - ١) تعظيم القيمة الحالية للمورد الناضب : (تكلفة الاستنزاف والتوازن في السوق)

يتطلب الاستغلال الامثل للمورد الناضب سواء من قبل المنتجين الصغار في سوق المنافسة الكاملة او المنتج الوحيد في سوق الاحتكار توفر شرطين اساسيين. يتعلق الشرط الاول باختيار حجم الانتاج الذي يتحقق عنده شرط تعظيم الارباح من الناحية الاستاتيكية. ويتطلب هذا الشرط تساوي التكلفة الحدية مع الايراد الحدي، مع العلم ان التكلفة الحدية تشمل تكلفة الانتاج الحدية بالاضافة الى تكلفة الفرصة للبرميل المستنزف، انظر المعادلتين (٧) و(٨).

التكلفة الحدية = الايراد الحدي	(٧)

حيث ان التكلفة الحدية = تكلفة الانتاج الحدية + تكلفة الفرصة للبرميل المستنزف.

اذا	**تكلفة الانتاج الحدية + تكلفة الفرصة للبرميل المستنزف = الايراد الحدي**	(٨)

ويـرجـع السبب في اعتبـار تكلفـة الفرصة للبرميل المستنزف جزءا من التكلفة الحدية هو ان انتاج البرميل يعني خسارة الوحدة المنتجة الى الابد وذلك لمحدودية المورد. وعليه فان تكلفة الفرصة للبرميل (أو تكلفة الاستنزاف كما سنطلق عليها) تمثـل التعـويض الـذي ينبغي لمالك المورد ان يحصل عليه لتشجيعه على الانتاج. بذلك يمكننا اعادة كتابة المعادلة (٨) لتصبح كالآتي :

تكلفة الانتاج الحدية + تكلفة الاستنزاف = الايراد الحدي **(٩)**

أمـا الشـرط الثـاني فانـه يتعلق بالمعيـار الديناميكي لتعظيم القيمة الحالية للمورد، ويتطلـب هذا الشـرط توافـر التـوازن الديناميكي في السوق. ويتحقق هذا التوازن عندما يكون الانتاج موزعا على الفترات المختلفة بحيث يستحيل الحصول على مقدار أكبر من التعويضات من خلال اعادة توزيع الانتاج. وبعبارة اخرى، يجب ان تكون تكاليف الاستنزاف (التعويض عن البرميل المستنزف) متساوية من حيث القيمـة الحـاليـة لجميـع الفـترات. ولا شك ان توفر هذا الشرط كاف لضمان عدم وجود اي حافز لاعادة توزيع الانتاج على الفترات الزمنية المختلفة.

ويمكن كتابة هذا المعيار الديناميكي باستخدام المعادلات كما يلي:

المعيار الديناميكي لتعظيم القيمة الحالية للمورد :

تكلفة الاستنزاف الحالية = القيمة الحالية لتكلفة الاستنزاف في السنة الاولى.
= القيمة الحالية لتكلفة الاستنزاف في السنة الثانية.
= القيمة الحالية لتكلفة الاستنزاف في السنة الثالثة.

وبـاستعـمال الـرمـز ت س(٠) للدلالـة على تكلفـة الاستنـزاف الحـاليـة، ت س(١) للدلالـة على تكلفـة الاستنزاف في السنة الاولى وهكذا، يمكننا كتابة المعيار الديناميكي للاستغلال الامثل للمورد الناضب كالآتي :

$$\text{ت س}(٠) = \frac{\text{ت س }(١)}{(١ + \text{ف})^{١}} = \frac{\text{ت س }(٢)}{(١ + \text{ف})^{٢}} = \cdots\cdots = \frac{\text{ت س}(\text{ن})}{(١ + \text{ف})^{\text{ن}}} \qquad (١٠)$$

وباعادة كتابة المعادلة (١٠) يمكننا استنتاج الصيغة العامة للعلاقة بين تكاليف الاستنزاف المختلفة.

$$\begin{aligned} &\text{ت س}(١) = \text{ت س }(٠)\ (١ + \text{ف}) \\ &\text{ت س }(٢) = \text{ت س }(١)\ (١ + \text{ف}) \quad = \text{ت س }(٠)\ (١ + \text{ف})^{٢} \\ &\text{ت س }(\text{ن}) = \text{ت س }_{(\text{ن} - ١)}\ (١ + \text{ف}) \quad = \quad \text{ت س }(٠)\ (١ + \text{ف})^{\text{ن}} \end{aligned} \qquad (١١)$$

يتضح من المعادلة (١١) ان تحقق الشرط الديناميكي لتعظيم القيمة الحالية للمورد الناضب يفرض زيادة تكلفة الاستنزاف بمقدار يساوي سعر الفائدة بين كل سنة واخرى.

من الملاحظ انه ليس هنالك اي تعارض بين الشرط الاستاتيكي لاستغلال المورد والشرط الديناميكي حيث ان الأول يفترض تساوي التكلفة الحدية مع الايراد الحدي في حين يفترض الثاني زيادة الفرق بين الايراد الحدي وتكلفة الانتاج الحدية بمقدار يساوي سعر الفائدة، علما بأن التكلفة الحدية تساوي التكلفة الحدية للانتاج زائد تكلفة الاستنزاف.

وكما ذكرنا سابقاً، تعتبر تكلفة الاستنزاف جزءا من التكلفة الحدية نظرا لان كمية المورد الناضب محدودة مما يؤدي الى خسارة الوحدة المنتجة الى الابد. ولتعويض هذه الخسارة تضاف تكلفة الاستنزاف الى تكلفة الانتاج الحدية لتمثل تكلفة الفرصة للوحدة المستنزفة من المورد الناضب.

ولكي نوضح العلاقة بين تكلفة الاستنزاف وسعر المورد الناضب ينبغي تفسير المعيار الديناميكي للاستغلال الامثل للمورد الناضب تحت ظل المنافسة التامة والاحتكار.

وفيما يلي نتطرق الى سوق المنافسة الكاملة أولا ثم ننتقل الى سوق الاحتكار.

(ج - ٢) سوق المنافسة الكاملة وشرط تعظيم القيمة الحالية :

سوف نحدد العلاقة بين السعر وتكلفة الاستنزاف في حالة وجود سوق منافسة كاملة والتي تتمثل بتوافر الشروط الآتية :

١) عدد كبير من المنتجين والمستهلكين وصغر الاهمية السوقية لاي منتج او مستهلك على انفراد.

٢) توفر المعلومات عن الاسعار الحالية والمستقبلية للجميع.

٣) غياب عوائق الدخول الى السوق للمنتجين والمستهلكين على السواء.

٤) تجانس السلعة المنتجة بشكل تام.

سوف نحلل هنا الحالة البسيطة والتي تتمثل في كون تكلفة الانتاج الحدية ثابتة لا تتغير بتغير حجم الانتاج. ولقد اخترنا هذه الحالة لسهولة تحليلها مما يجعل الأفكار المقدمة واضحة دون التفريط بالنتائج العامة.

تتميز سوق المنافسة الكاملة عند التوازن بتساوي الايراد الحدي مع السعر السائد في السوق لجميع المنتجين، ويمثل السعر السائد في السوق السعر التوازني للمورد موضع البحث. لذلك فان تكلفة الاستنزاف التي تساوي الايراد الحدي ناقص تكلفة الانتاج الحدية تساوي ايضا سعر المورد الناضب ناقص تكلفة الانتاج الحدية.

أي ان **تكلفة الاستنزاف = السعر - تكلفة الانتاج الحدية**

وبما ان المعيار الديناميكي لاستغلال المورد بكفاءة يتطلب زيادة تكلفة الاستنزاف بمقدار سعر الفائدة، نستنتج اذن ان الفرق بين سعر المورد الناضب وتكلفة الانتاج الحدية يجب ان يزداد بمقدار سعر الفائدة عبر الزمن.

ولتوضيح ذلك جبريا نفترض أن :

ع (٠) - سعر المورد الناضب الآن.

ع (١) - سعر المورد الناضب بعد سنة.

ت س (٠) - تكلفة الاستنزاف الحالية.

ت س (١) - تكلفة الاستنزاف بعد سنة.

أ ح (٠) - الايراد الحدي الحالي.

أ ح (١) - الايراد الحدي بعد سنة.

ت ح - تكلفة الانتاج الحدية الحالية او المستقبلية (متساويتان).

ف - سعر الفائدة السائد في السوق.

ويتطلب المعيار الديناميكي تحقق المعادلة (١١)، أي ان :

ت س (١) = ت س (٠) (١ + ف) (١١)

وحيث ان ت س (٠) = أ ح (٠) - ت ح

وبما أن أ ح (٠) = ع (٠) في سوق المنافسة الكاملة.

اذا ت س (٠) = ع (٠) - ت ح

و ت س (١) = ع (١) - ت ح

وبالتعويض في المعادلة (١١) عن ت س (١) وت س (٠) بما يساويهما نحصل على المعادلة (١٢).

(ع (١) - ت ح) = (ع (٠) - ت ح) (١ + ف)	(١٢)

ونورد فيما يلي بعض الملاحظات على المعادلة (١٢) :

أولا : يتضح من المعادلة (١٢) بأن شرط تعظيم القيمة الحالية للمورد في سوق المنافسة الكاملة (أو المعيار الديناميكي للاستغلال الامثل للمورد الناضب) يفرض زيادة الفرق بين تكلفة الانتاج الحدية وسعر المورد بمقدار يساوي سعر الفائدة السائد في السوق من سنة الى اخرى.

ثانيا : في حالة كون تكلفة الانتاج الحدية موجبة فان مقدار الزيادة عبر الزمن في سعر المورد الناضب يكون أقل من سعر الفائدة .

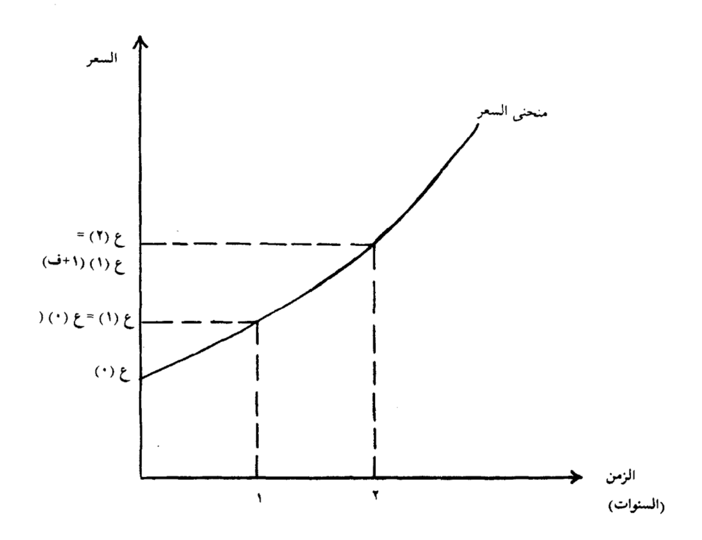
ثالثا : عندما تكون تكلفة الانتاج الحدية تساوي صفرا (ت ح= صفرا) فان سعر المورد يزداد عبر الزمن بمقدار يساوي سعر الفائدة . ولتوضيح ذلك، نعوض عن ت ح في المعادلة (١٢) بالقيمة صفر وبالتالي نحصل على المعادلة (١٣) والتي تؤكد على زيادة السعر عبر الزمن بمقدار يعادل سعر الفائدة . ويوضح الشكل (٤ - ٥) منحنى السعر.

ع (١) = ع (٠) (١ + ف)	(١٣)

رابعا : من الواضح ان الزيادة في سعر المورد تتحدد بموجب المعادلة (١٢) إلا أن السعر الابتدائي غير محدد، وعليه فان تحديد السعر الابتدائي لابد وان يتم عن طريق تفاعل قوى العرض والطلب في السوق بالاضافة الى التوقعات بخصوص اسعار البدائل والظروف الاخرى السائدة .

خامسا : اذا لم تتحقق المعادلة (١٢) فان المنتجين لن يكونوا في حالة توازن . ويمكننا توضيح ذلك عن طريق ملاحظة انه في حالة كون القيمة الحالية لتكلفة الاستنزاف المستقبلية اكبر من تكلفة الاستنزاف الحالية فان المنتجين سوف يقللون انتاجهم الحالي على أمل الحصول على التعويض المرتفع في الفترة القادمة . ويؤدي هذا التصرف الى تقليل الانتاج الحالي ومن ثم رفع السعر الحالي وتخفيض السعر المستقبلي مما يرفع تكلفة الاستنزاف الحالية ويقلل نظيرتها المستقبلية وتستمر هذه العملية حتى يصل السوق الى وضع التوازن وذلك بتساوي طرفي المعادلة (١٢).

شكل (٤ – ٥): منحنى السعر للمورد الناضب
في سوق منافسة كاملة



ملاحظة : - تكلفة الانتاج الحدية تساوي صفر (ت ح = صفر)

ع (٠) تمثل السعر الابتدائي .

ع (١) تمثل السعر بعد سنة .

معادلة السعر هي :	ع (ن) = ع (ن – ١) (١ – ف)
أو	ع (ن) = ع (٠) (١ + ف)^{ن}

حيث تدل (ن) على السنة المستقبلية .

سادسا : يفترض هذا التحليل بعض الشروط الضمنية التي لم يتم ذكرها وهي :

أ - امكانية تخزين المورد بين الفترات المختلفة وبدون تكلفة.

ب - امكانية انتاج الاحتياطي بأكمله حاليا أو مستقبلا من دون التأثير في الانتاج الكلي.

(ج - ٣) سوق الاحتكار وشرط تعظيم القيمة الحالية :

نفترض في هذه الحالة وجود منتج واحد يتحكم في جميع الكميات المتوفرة من المورد الناضب. يواجه هذا المحتكر منحنى طلب السوق على المورد وبذلك فان بامكانه اختيار اما السعر او الكمية ولكن ليس الاثنين معا.

لكي نحدد نمط السعر في سوق الاحتكار، يجب علينا أولا ان نحدد شكل العلاقة بين الايراد الحدي والسعر. فكما هو معروف ان الايراد الحدي المتولد من زيادة الانتاج بمقدار وحدة واحدة من قبل المحتكر يكون اقل من السعر السائد في السوق وذلك لاضطرار المحتكر لتخفيض سعر الوحدة المبيعة ليس فقط للوحدة الاضافية بل ولجميع الوحدات السابقة. ويمكن استنتاج العلاقة التالية بين الايراد الحدي والسعر من منحنى الطلب :

أ ح (ن) = ع (ن) (١ + ١/م) (١٤)

حيث ان (م) تشير الى المرونة السعرية للطلب.

و (ن) تدل على الفترة الزمنية التي قد تكون صفرا، واحدا. . . الخ.

وكما هو واضح من المعادلة (١٤) فان الايراد الحدي يكون دائما اصغر من السعر الا في حالة واحدة وهي عندما تكون المرونة السعرية للطلب كبيرة جدا (مالا نهاية) وعندئذ يكون الايراد الحدي مساويا للسعر، وتتحقق هذه الحالة في سوق المنافسة الكاملة التي سبق وان تطرقنا اليها أعلاه.

وطبقا للمعيار الديناميكي لاستغلال المورد الناضب بكفاءة فان تكلفة الاستنزاف يجب ان تزداد بمقدار يساوي سعر الفائدة، انظر المعادلة (١١).

ت س (١) = ت س (٠) (١ + ف)　　　(١١)

وبما أن　ت س (٠) = أ ح (٠) - ت ح

وت س (١) = أ ح (١) - ت ح

اذا　(أ ح (١) - ت ح) = (أ ح(٠) - ت ح) (١ + ف)　　　(١٥)

وبالتعويض من المعادلة (١٤) بقيمة أ ح(ن) في المعادلة (١٥) يمكننا الحصول على نمط السعر في سوق الاحتكار. من الواضح من هذه المعادلات بأن السعر يزداد بمقدار أقل بكثير من سعر الفائدة. ويرجع السبب في ذلك الى ان الايراد الحدي يزداد بمقدار أقل من سعر الفائدة وبما ان الايراد الحدي اصغر من السعر فان السعر لابد ان يزداد بمقدار أقل بكثير من الزيادة في الايراد الحدي. والملاحظ انه فقط في حالة كون التكلفة الحدية للانتاج تساوي صفرا فان الايراد الحدي يزداد بمقدار يساوي سعر الفائدة كما هو واضح من المعادلة (١٥)، وعندئذ تصبح المعادلة (١٥) كالآتي :

أ ح (١) = أ ح (٠) (١ + ف)

(١٦)

ولمعرفة نمط السعر في هذه الحالة الخاصة (ت ح =صفرا) يمكننا التعويض من المعادلة (١٤) بقيمة أ ح (ن) في المعادلة (١٦) لنحصل على معادلة السعر في سوق الاحتكار.

ع (١) (١+١/م) = ع (٠) (١ + ١/م) (١ + ف)

(١٧)

وبافتراض ان منحنى الطلب ثابت المرونة فانه بقسمة طرفي المعادلة (١٧) على الكمية (١ + ١/م) نحصل على معادلة السعر.

ع (١) = ع (٠) (١ + ف)

(١٨)

نستنتج من المعادلة (١٨) بأن نمط السعر في سوق الاحتكار يكون متطابقا لنمط السعر في حالة المنافسة الكاملة فقط عندما تكون تكلفة الانتاج الحدية مساوية للصفر ومنحنى الطلب ثابت المرونة.

مثال عددي على توزيع انتاج النفط بين فترتين :

حالة (أ) : افترض وجود محتكر يواجه طلب السوق الحالي والمستقبلي وان تكلفة الانتاج الحدية تساوي صفرا (ت ح = صفرا). وافترض أيضا ان مخزون النفط المتوفر لديه يساوي ٦٠ برميلا فقط، وان صيغة الطلب الحالي والمستقبلي هي كالآتي :

الطلب الحالي = ع (٠) = ٥ - (١ / ٢٠) ك (٠)

حيث ان ك (٠) - الكمية بالبراميل.

ع (٠) - السعر بالدولارات.

الطلب المستقبلي : ع (١) = ٥ - (١ / ٣٠) ك (١)

وافترض ان سعر الفائدة = ١٠٪

اوجد الكميات المبيعة في الفترتين (ك (٠) وك (١)) وسعر البرميل الحالي والمستقبلي (ع (٠) وع (١)) ؟

الحل : حيث ان ت ح = صفرا فان باستطاعتنا تطبيق المعادلة :

أ ح (١) = أ ح (٠) (١ + ف) (١٦)

وباستخدام معادلة الطلب الحالي والمستقبلي يمكننا حساب الايراد الحدي لكل فترة كالآتي :

أ ح (٠) = ٥ - (١٠/١) ك (٠)

أ ح (١) = ٥ - (١٥/١) ك (١)

وحيث ان سعر الفائدة = ١٠ر٠

فان (١ + ف) = ١ + ١٠ر٠ = ١٠ر١

بالتعويض في المعادلة (١٦) نحصل على الاتي :

٥ - (١ / ١٥) ك (١) = [٥ - (١ / ١٠) ك (٠)] (١٠ر١) (أ)

وحيث ان ك (١) + ك (٠) = ٦٠ (ب)

وبالتعويض عن ك (١) من المعادلة (ب) في المعادلة (أ) نحصل على :

٥ - (١ / ١٥) (٦٠ - ك (٠)) = (٥ - (١ / ١٠) ك (٠)) (١٠ر١) (ج)

وبعد تحديد قيمة ك (٠) من هذه المعادلة نعوض هذه القيمة في المعادلة (ب) لنحصل على ك (١) :

ك (٠) = ٢٥ر٤٧ برميل ع (٠) = ٣ر٧٣ دولار

ك (١) = ٣٤ر٥٣ دولار ع (١) = ٣ر٨٥ دولار

حالة (ب) : كيف يمكن تحديد مقدار الانتاج في كل فترة اذا كان المخزون النفطي المتوافر لدى المحتكر ضخما جدا مع بقاء صيغة الطلب الحالي والمستقبلي كما في المثال السابق دون تغيير ؟

الحل : عندما يكون المخزون النفطي ضخما جدا فان الانتاج الحالي لا يؤثر في الانتاج المستقبلي، لذلك فانه يمكننا اعتبار كل فترة بصورة مستقلة ومن ثم تعظيم الارباح في كل فترة بصفتها المنفردة. وحيث ان الشرط الاستاتيكي لتعظيم الارباح يتطلب الانتاج عند النقطة التي يتساوى فيها الايراد الحدي مع التكلفة الحدية، لذلك فاننا نختار حجم الانتاج الذي يتحقق عنده هذا الشرط.

ولما كانت تكلفة الانتاج الحدية تساوي صفرا فان شرط تعظيم الارباح هو اختيار النقطة التي يكون عندها الايراد الحدي مساويا للصفر.

اذا أ ح (٠) = صفراً

أو ٥ - (١ / ١٠) ك (٠) = صفراً

أي ك (٠) = ٥٠ برميلا

وبنفس الطريقة : أ ح (١) = صفراً

أو ٥ - (١ / ١٥) ك (١) = صفراً

أي ك (١) = ٧٥ برميلا

وبالتعويض في معادلة الطلب نحصل على الأسعار الآتية :

ع (٠) = ٢٫٥٠ دولار

ع (١) = ٢٫٥٠ دولار

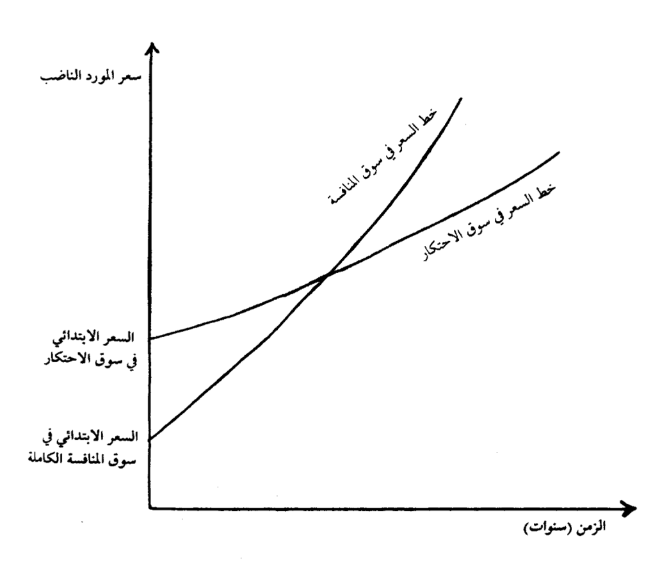
(ج - ٤) مقارنة سعر المورد الناضب في سوق المنافسة الكاملة بسعره في سوق الاحتكار :

يمكننا مقارنة سعر المورد الناضب الناتج في سوق المنافسة الكاملة مع سعره في سوق الاحتكار اذا افترضنا سيادة ظروف مشابهة في كلتا الحالتين ما عدا نوعية السيطرة على المورد. وللسهولة سوف نقارن السعرين عندما تكون التكلفة الحدية للانتاج ثابتة وموجبة.

تعطي المعادلة رقم (١٢) نمط السعر في حالة السوق التنافسية بينما تعطي المعادلتان (١٤) و(١٥) في حالة الاحتكار. وحيث ان الايراد الحدي كما بينا اعلاه يزداد بمقدار أقل من سعر الفائدة، فان معدل نمو السعر في سوق الاحتكار سيكون أقل بكثير من معدل نموه في سوق المنافسة الكاملة. ويرجع ذلك الى تساوي الايراد الحدي مع السعر في سوق المنافسة الكاملة وكون الايراد الحدي اقل من السعر في حالة الاحتكار. ويوضح الشكل (٤ - ٦) نمط السعر في كل من السوقين.

أما بخصوص السعر الابتدائي لكل حالة، فاننا نلاحظ ان السعر الابتدائي للمحتكر اكبر من نظيره في سوق المنافسة نظرا لصغر انتاج المحتكر في البداية. ولكن من الملاحظ ان السعرين يتعادلان بعد فترة وذلك بسبب الحاجة لزيادة السعر في السوق التنافسية في المستقبل لتقليل الطلب، ذلك لان تخفيض الطلب ضروري لكون الكميات المتوافرة مستقبلا قليلة بسبب الاستهلاك الحالي الكبير والمقترن بتدني الاسعار الحالية. والعكس صحيح في حالة الاحتكار حيث ان السعر المستقبلي يكون منخفضا بسبب توافر كميات أكبر من المورد نظرا لقلة الاستهلاك الحالي.

شكل (٤ - ٦) : منحنى السعر للمورد الناضب في سوق منافسة كاملة وسوق احتكار



د - العوامل التي تؤثر في تكلفة الاستنزاف

هناك عدة عوامل تؤدي الى تغيرات في تكلفة الاستنزاف مما يؤدي بالتالي الى اعادة النظر في توزيع المورد الناضب عبر الزمن ومن ثم في الاسعار السائدة. وسوف نتطرق فيما يلي لخمسة عوامل مهمة:

(د - ١) التغيرات في سعر الفائدة:

يمثل سعر الفائدة السائد في السوق تفضيل المجتمع للاستهلاك الحالي بالمقارنة مع الاستهلاك في المستقبل، ولذلك فان التوازن القائم في أسواق الموارد الناضبة يستند الى سعر الفائدة السائد.

فعندما تتغير الظروف الاقتصادية وينتج عنها سعر فائدة توازني جديد تصبح القرارات المتخذة في السابق بخصوص توزيع المورد الناضب عبر الزمن غير مناسبة للوضع الجديد وتبعا لذلك فان هناك حاجة لتعديل القرارات الانتاجية والتسعيرية. لنفترض ان موجة من التفاؤل بخصوص المستقبل ادت الى تقليل الادخار (اتجه منحنى الادخار الى اليسار) وبالتالي الى ارتفاع سعر الفائدة التوازني. ففي هذه الحالة تصبح القيمة الحالية لتكاليف الاستنزاف المستقبلية اقل من السابق وبالتالي يختل التوازن لصالح الوقت الحاضر. وعليه يبدأ المنتجون بزيادة انتاجهم الحالي للاستفادة من الفرص الحالية مما يؤدي تدريجيا الى تناقص السعر الحالي وبالتالي انخفاض تكلفة الاستنزاف الحالية. وتستمر هذه الحالة حتى تنخفض تكلفة الاستنزاف الى نقطة يتحقق فيها التوازن بين التعويض الحالي والمستقبلي وعندئذ تتوقف هذه التحولات.

نستنتج من التحليل السابق ان ارتفاع سعر الفائدة عن مستواه الحالي يؤدي الى زيادة الانتاج الحالي وتقليل سعر المورد الحالي وتبعا لذلك يقل الانتاج المستقبلي ويزداد السعر المستقبلي مع ملاحظة ان التعديل يكون في السعر ومقدار الزيادة السنوية وذلك لوجود سعر فائدة جديد.

(د - ٢) التغيرات في الاحتياطي :

بما ان محدودية الاحتياطي من المورد الناضب هي السبب في وجود تكلفة الاستنزاف فانه من الطبيعي ان تقل تكلفة الاستنزاف عند اكتشاف كميات اضافية من المورد الناضب. ولذلك فان ازدياد احتياطي المورد الناضب بسبب اكتشافات جديدة يؤدي الى تخفيض سعر المورد السائد الان وفي المستقبل مما يؤدي الى تخفيض تكلفة الاستنزاف في جميع الفترات الزمنية. ويلاحظ ان التعديل يكون في مستوى السعر وليس في معدل الزيادة السنوية، أي ان منحنى السعر ينخفض بمقدار معين دون التأثير في الميل. يمكن القول بعبارة اخرى ان تكلفة الفرصة لانتاج برميل اضافي تصبح ذات أهمية أقل في حالة كون المخزون ضخما مقارنة مع مخزون صغير وذلك لانتقال منحنى العرض الى اليمين.

(د - ٣) التقدم التكنولوجي :

ان تأثير التقدم التكنولوجي في سعر المورد الناضب يعتمد على نوع التقدم الحاصل، فقد يكون التقدم التكنولوجي سببا في زيادة الاحتياطي وذلك لاستحداث طرق ذات تكلفة منخفضة لاستخراج المورد وبالتالي زيادة مقدار الكمية القابلة للاستغلال. وفي هذه الحالة يكون التأثير كما سبق شرحه في بند (د - ٢). وفي حالات اخرى يكون التقدم التكنولوجي سببا في تقليل الاستهلاك لتوافر امكانية المحافظة على المورد بدون التأثير على مستوى المعيشة. وعندئذ يكون التأثير على منحنى الطلب ولكن النتيجة النهائية على مستوى السعر تكون مشابهة لما يحدث في الحالة (د - ٢). ويرجع السبب في تشابه التأثير الى قدرة الكمية المتوافرة سابقا على اشباع حاجات أكبر من قبل. هذا مع العلم أن التأثير في السعر التوازني متشابه في حالتي زيادة العرض وانخفاض الطلب الا ان التأثير في الكمية التوازنية يختلف حيث تزداد الكمية في الحالة الاولى وتنخفض في الحالة الثانية.

(د - ٤) النمو في الطلب :

عندما يزداد معدل نمو الطلب على المورد الناضب عما كان متوقعا في السابق فان التوقعات المستقبلية بالنسبة لمستوى تكلفة الاستنزاف تتغير تبعا للزيادة في معدل نمو الطلب. ويؤدي الخلل الناتج من تغير التوقعات الى اعادة توزيع المورد بين الفترات المختلفة لتعظيم الارباح على ضوء الظروف المستجدة في السوق. وحيث ان تكلفة الاستنزاف المستقبلية تتجه نحو الارتفاع فان الانتاج يتحول للمستقبل للاستفادة من هذه الفرص مما يؤدي الى تقليل الكمية المعروضة حاليا وبالتالي رفع السعر الحالي بالاضافة الى السعر المستقبلي. إذاً، ازدياد معدل نمو الطلب يؤدي الى رفع سعر المورد الناضب حاليا ومستقبلا مع عدم التأثير في معدل الزيادة في السعر عبر الزمن.

(د - ٥) وجود مصادر بديلة حاجزية :

يضع هذا النوع من البدائل حدا اقصى لسعر المورد الناضب بحيث لا يستطيع ان يتعداه بسبب قدرة البديل على الدخول في السوق لاشباع الطلب على المورد. ويفترض في البديل الحاجزي (Backstop Substitute) قدرته على الحلول محل المورد في كل الاستعمالات بالاضافة الى توفره بكميات كافية وبتكلفة انتاج حدية ثابتة ولكن أعلى من نظيرتها للمورد الناضب.

وفي حالة توافر بديل حاجزي فان السعر الحالي للمورد الناضب سوف يتحدد تلقائيا على اساس سعر المورد الحاجزي ومنحنى الطلب على المورد واحتياطياته. ويؤدي السعر الحالي الى نمط استهلاك معين يقود الى نضوب المورد كلية بمجرد وصول سعر المورد الناضب الى مستوى تكلفة الانتاج الحدية للبديل الحاجزي. هذا مع العلم ان سعر المورد الناضب لا يمكن ان يتساوى مع تكلفة الانتاج الحدية للبديل الحاجزي في اي وقت اخر سوى عند نفاد كمية المورد وذلك بسبب انعدام الحافز للاحتفاظ بالمورد للمستقبل اذا كان السعران متساويين في وقت معين.

نستنتج من الشرح السابق ان توفر بديل حاجزي لاي مورد ناضب بتكلفة انتاج حدية معقولة سوف يخفض منحنى السعر للمورد الناضب عبر الزمن مع بقاء معدل الزيادة في السعر دون تغيير.

هـ - الاختلالات في أسواق الموارد الناضبة

المقصود بالاختلالات في السوق (Market Failure) وجود ظروف معينة تمنع قوى الطلب والعرض من الوصول الى التوازن عند مستوى الانتاج الأمثل من وجهة نظر المجتمع. وتنتج هذه الاحتمالات من وجود مؤسسات احتكارية (Monopolistic Firms) أو آثار جانبية للانتاج (Externalities) أو عدم وضوح حقوق الملكية (Property Rights) للموارد. هذا وتمتاز اسواق الموارد الناضبة باختلالات اضافية بسبب ترابط الفترات الزمنية بعضها ببعض. وتحدث هذه الاختلالات نتيجة لامكانية حدوث تباين بين اسعار الفائدة المستخدمة في السوق والمؤسسات وسعر الفائدة الاجتماعي (Social Discount Rate) أو المفضل اجتماعيا.

ونعني بسعر الفائدة المفضل اجتماعيا مقدار الخصم الذي يفضله المجتمع في حساب القيمة الحالية عند توزيع موارده بين الفترات المختلفة. ويفترض ان سعر الفائدة هذا يأخذ مصالح الاجيال القادمة في الاعتبار. اما سعر الفائدة في السوق فهو ذلك المستعمل في خصم القيم المستقبلية من قبل المستثمرين في السوق. وهذا السعر يمثل المردود الحدي للاستثمار في السوق. وأخيرا فان سعر الفائدة الشخصي يمثل مقدار الخصم المفضل للأفراد او المؤسسات عند حساب القيمة الحالية للكميات المستقبلية. ويمثل هذا السعر نظرة الفرد أو المؤسسة في تفضيل الحاضر على المستقبل.

وعليه فان امكانية حدوث خلل في السوق ناتج من وجود معدلات مختلفة من اسعار الفائدة واحتمال عدم تساويها. وسوف نتعرض في هذا القسم الى نوعين من الاختلالات.

الأول : عدم تساوي سعر الفائدة الاجتماعي مع سعر الفائدة في السوق (مع كون سعر الفائدة الشخصي مساويا لنظيره السائد في السوق).

الثاني : عدم تساوي سعر الفائدة الشخصي مع سعر الفائدة في السوق (مع تساوي سعر الفائدة في السوق مع نظيره الاجتماعي).

وسنستعرض فيما يلي كل صنف بشكل منفرد:

(هـ - ١) عدم تساوي سعر الفائدة في السوق مع نظيره الاجتماعي :

نفترض في هذه الحالة ان سعر الفائدة في السوق اكبر من سعر الفائدة المفضل اجتماعيا. وحيث ان ارتفاع سعر الفائدة يؤدي الى تفضيل الحاضر على المستقبل، فان هذا الاختلال يؤدي الى سوء توزيع الموارد عبر الزمن من وجهة نظر المجتمع. ويظهر سوء توزيع الموارد من خلال الانتاج الكبير في الوقت الحاضر مع تقلص الكمية المتوفرة للمجتمع في المستقبل. ويعتبر هذا التوزيع سيئا من وجهة نظر المجتمع لكونه لا يعطي الاجيال المستقبلية الاهمية الكافية. وتجدر الاشارة هنا الى ان هناك نقاشا حادا يجري بين الاقتصاديين حول سعر الفائدة واستعماله في خصم الكميات المستقبلية، حيث ينادي البعض بعدم قيام عملية الخصم على اسس اخلاقية بسبب اهمالها لمصالح الاجيال القادمة والتي لا يتواجد ممثلوها الآن للاعراب عن آرائهم مما يقود الى هضم حقوقهم. ولذلك يفضل هؤلاء الاقتصاديين اعتبار سعر الفائدة الاجتماعي صفرا لكي يتم اعطاء جميع الاجيال نفس الوزن.

(هـ - ٢) عدم تساوي سعر الفائدة الشخصي مع نظيره في السوق :

ان امكانية حدوث تباين في سعر الفائدة الذي تستعمله المؤسسات في خصم الكميات المستقبلية ونظيره السائد في السوق واردة حتى عند افتراض تساوي سعر الفائدة في السوق مع نظيره الاجتماعي. ولكن اذا لم تستدع ظروف موضوعية وجود فرق بين سعر الفائدة الشخصي ونظيره السائد في السوق فان المؤسسات التي تستعمل سعر فائدة أعلى من سعر الفائدة في السوق لا يمكنها الاستمرار في هذه السياسة دون التعرض للشراء من قبل مستثمرين آخرين. ان امكانية شراء المؤسسة واردة لان القيمة السوقية للمؤسسة تكون اقل من القيمة الحقيقية لها

وذلـك بسبب استعـمال سعـر فائـدة عال. وعليـه يمكننـا القـول ان استمرار هذا الاختـلال في ظل الســوق غير وارد الا عنـد تواجـد ظروف تؤكـد على ضرورة اختلاف سعر الفائدة الشخصي عن نظيره السائد في السوق. ومن ثم ينبغي اعادة صيـاغـة السؤال كالآتي : متى يكون سعر الفائدة الذي تستخدمه المؤسسة اكبر من نظيره السائد في السوق ؟

وتتركز الاجابة عن هذا السؤال في طبيعة الظروف السائدة والتي تجعل من سعر الفـائـدة في السـوق معيارا غير مناسب للمؤسسة. وتتمثل هذه الظروف في وجود عنصـر المخـاطـرة الذي يحتم على المؤسسة أخذه في الاعتبار عند اتخاذ القرارات. فعنـد تواجـد عنصـر المخـاطـرة فان المؤسسـة ترفـع من سعر الفائدة المستعمل في الخصم وبـذلـك يحدث اختـلاف بينـه وبين سعر الفائدة المفضل من زاوية السوق والمجتمع.ولذا تبدو القرارات المتخذة في المؤسسة غير مثلى من وجهة نظر المجتمع نظرا لانها تؤدي الى سوء توزيع الموارد عبر الزمن.

ولاعطاء مثال على هذه الحالة نشير الى الشركات النفطية الاجنبية العاملة في الدول النامية واستغلالها للموارد النفطية هناك.ونظرا لانعدام الاستقرار السياسي في الـدول النـاميـة فان الشـركـات الاجنبية تستعمل سعرا اكبر للفائدة من السعر المفضل اجتماعيا وذلك لخوفها من التأميم في المستقبل وما قد يترتب على ذلك من الخســارة لاستثـماراتهـا. ويؤدي هذا التصرف الى توسع الانتاج في الوقت الحاضر وبـالتـالي احتـمال نضوب المورد في فترة قصيرة. وقد تحدث نفس الحالة عند وجود حكـومـة غير مستقـرة في دولـة ما حيث انها تنتهز فرصة وجودها المؤقت لاستغلال اكبر قدر من الموارد في المدى القصير. لذلك فان سعر الفائدة المستعمل في قراراتها يكون عادة اكبر من ذلك المفضل اجتماعيا مما يؤدي الى سوء توزيع الموارد.

وختاما، يمكن القول ان هذا النوع من الاختلال قد يحدث بسبب توفر ظروف معينـة تحتم على اصحـاب القـرار استعـمال سعـر فائـدة اعلى من ذلك السائد في السوق (أو المفضل لدى المجتمع) مما يؤدي الى سوء توزيع الموارد عبر الزمن، علما بأن هذا التصرف لا يقتصر على المؤسسات بل يتعداه الى بعض الحكومات ذات الصفة المؤقتة.

مراجع الفصل الرابع

1- Charles W. Howe, Natural Resource Economics, John Wiley & Sons, New York, 1979.

2- Partha S. Dasgupta and Geoffery M. Heal, Economic Theory and Exhaustible Resources, Cambridge University Press, U.K., 1979

3- John M. Hartwick and Nancy D. Olewiler, The Economics of Natural Resource Use, Harper and Row, Publishers, New York, 1986.

4- James M. Griffin and Henry B. Steele, Energy Economics and Policy, Academic Press, New York, 1980.

5- Tom Tietenberg, Environmental and Natural Resoures Economics, Scott, Foresman and Company, Illinois, U.S.A., 1984.

* * * * * * * * * *

الفصل الخامس
النفط وصناعاته في المرحلة العليا

(Upstream Activities of the Oil Industry)

أ - تمهيـــد

تحدثنـا في الفصـل الثـالـث عن النفط باختصار، خصوصـا فيما يتعلق بتوزيع الاحتيـاطي العـالمي المؤكـد والمـوارد الاضـافيـة وأهم منـاطق الاستهـلاك. وقـد استخلصنـا من ذلـك العـرض السـريـع ان النفط يتركز في عدد صغير من الدول النـاميـة في حين يتركز الاستهلاك في المناطق الصناعية الغربية. اما بخصوص دور النفط كمصدر للطاقة الاولية، فقد كان واضحا ان النفط يشكل في الوقت الحاضر المصـدر الاسـاسي للطـاقـة في معظم مناطق ودول العالم ما عدا الدول الاشتراكية التي لا تزال تعتمـد على الفحم بشكـل رئيسي. ونستعرض في هذا الفصل النفط بالتفصيل من حيث ظروف تكوينه وصفاته الى كيفية تحديد أماكن تواجده ومراحل انتاجه. وأخيرا، نلقي نظرة على تطور احتياطي وانتاج النفط في العالم.

(أ - ١) ما هو النفط ؟

النفـــط سائـــل يتكـــون من خليـط من مركبـات عضـويـة هيـدروكـربـونيـة (Organic Hydrocarbonic Compounds) ذات تركيبـــات جزيئيـة متنـوعـة وخـواص طبيعية وكيميائية مختلفة بالاضافة الى شوائب مثل مركبات الكبريت والاكسجين والنيـتروجـين والمـاء والأمـلاح المعدنية وبعض المعادن مثل الفاناديوم والصوديوم. وتـوجـد هذه السوائل في الطبيعة اما في حالة غازية أو سائلة أو صلبة تبعا للتركيب الكيماوي والظـروف المحيطـة بمناطق تواجدها كالضغط والحرارة التي تتعرض لها هذه المركبات.

تتكون المادة النفطية أساسا من تشابك ذرات الكربون مع الهيدروجين، ولكن بسبب خواص ذرات الكـربـون الفـريـدة فان المواد الهيدروكربونية الناتجة من هذا التفـاعـل تتفـاوت في تعقيـدهـا بشكـل كبير. لذا فان هناك اختلافات كبيرة بين النفـوط من منطقـة الى اخـرى ومن حقـل نفطي إلى آخـر نظرا لاختلاف ظروف تكـــون كل منهـا. يبـين جدول (٥ - ١) نسبـة كل مركب في النفـط الخـام حيث

جدول (٥ – ١): مكونات النفط الأساسية

العنصــــر	النسبة المئوية بالوزن (٪)	
	الحـد الأدنـى	الحـد الأقصـى
الكـــربـــون (Carbon)	٨٣,٠٠	٨٧,٠٠
الهيدروجين (Hydrogen)	١٠,٠٠	١٤,٠٠
الكبـــريـــت (Sulfur)	٠,٠٥	٦,٠٠
النيتروجيـن (Nitrogen)	٠,٠١	٢,٠٠
الأوكسجيـن (Oxygen)	٠,٠٥	١,٥٠

المـصـــدر : James G. Speight, The Chemistry and Technology of Petroleum, Page 49 .

يلاحظ ان هناك نطاقا واسعا لمقادير هذه المركبات مما يعكس الاختلافات التي سبق ذكرها. وعموما، كلما قل عدد ذرات الكربون في المادة الهيدروكربونية كانت المادة بسيطة التركيب وأقل وزنا وأكثر تطايرا.

يأتي النفـط في الطبيعـة بألـوان مختلفـة ابتـداء من اللون الاسود الى البني الى الأخضـر ويمتـاز عادة بمقـدار من اللزوجة (Viscosity) تتفاوت بين صنف وآخر وله رائحـة كريهـة في معظم الاحيـان. كذلـك فان النفط عادة ما يكون أخف من الماء ولكن هناك بعض الأنواع التي لا تطفو فوق سطح الماء

(أ – ٢) كيف تكون النفط ؟

تعـزو اكثـر النظـريـات قبـولا بين الجيولوجيين وجود النفط الى تحلل الكائنات العضـويـة الحيوانية والنباتية التي عاشت قبل ملايين السنين في مناطق غمرتها المياه

والتي ترسبت في قاع المحيطات وتراكمت الرمال عليها. وقد تحولت هذه الكائنات بفعل ظروف الضغط والحرارة التي تعرضت لها تحت سطح الارض بمعزل عن الاكسجين الى سائل يطلق عليه النفط. ويرجع القبول الواسع للنظرية العضوية الى تواجد النفط في التكوينات الجيولوجية الناشئة من وجود البحار في الأزمنة الغابرة، بالاضافة الى وجود بقايا خلايا النباتات في الخليط النفطي.

أما النظرية الاخرى فهي النظرية الكيماوية وتعزو أصل النفط الى تفاعل كيماوي بين الماء وبعض المعادن مثل الكاربايد، حيث يؤدي خروج غازي الهيدروجين والكربون نتيجة لهذا التفاعل الى خلق المواد الهيدروكربونية. ولا تلاقي هذه النظرية إلا قبولا ضيقا نظرا لعدم توافر الأدلة الكافية لاسنادها.

(أ - ٣) أماكن وجود النفط:

يوجد النفط في المناطق الرسوبية (Sedimentary Basins) التي لم تتعرض لتغيرات جيولوجية خلال الازمنة المختلفة. وغالبا ما يكون النفط قد تجمع بعد الانتقال من مناطق اخرى بسبب الضغط والحركات الارضية حيث يتحرك النفط عبر المسامات في الطبقات الارضية حتى يصل الى منطقة تحوي صخورا صلبة غير مسامية فيتجمع مكونا المكامن النفطية (Oil Reservoir). وتلي عملية استقرار النفط في المكمن عملية انفصال الماء والغاز عن السائل النفطي بسبب اختلاف الكثافة (Density)، فيصير الغاز في أعلى المكمن يليه النفط ثم الماء، هذا مع العلم أن عملية الانفصال لا تكون كاملة حيث يبقى بعض الغاز مذابا في النفط خصوصا عند ارتفاع كمية الغاز مما يتسبب في ارتفاع الضغط داخل المكمن. وكذلك الحال بالنسبة للنفط والماء فان الانفصال يكون غير تام. وهناك بعض الحالات التي تكون فيها المواد الهيدروكربونية ثقيلة جدا بحيث تتواجد تحت طبقة الماء كما هي في حالة النفط الثقيل جدا. وقد تكون الهيدروكربونات على هيئة مواد صلبة مثل الفحم أو الصخور الزيتية (السجيل). أما الأعماق التي تتواجد فيها المكامن النفطية فتتراوح بين ٦٠٠ الى ٣٠٠٠ متر تحت سطح الارض. أما الشروط الواجب

توافرها لتكون المكامن النفطية فهي :

أ- وجود النفط في المنطقة.

ب- وجود طبقات نفاذية تسمح للنفط بالحركة فيها.

ج- وجود طبقات مسامية تسمح للنفط بالتجمع في مسامها.

د- وجود مصايد صخرية تمنع النفط من الاندفاع الى الاعلى وتؤدي الى تجمعه. ويحدث ذلك عادة بسبب وجود طبقة صخرية صماء أو ذات نفاذية منخفضة جدا.

وتنقسم المصايد الى نوعين :

النوع الأول : المصايد الهيكلية (Structural Traps):

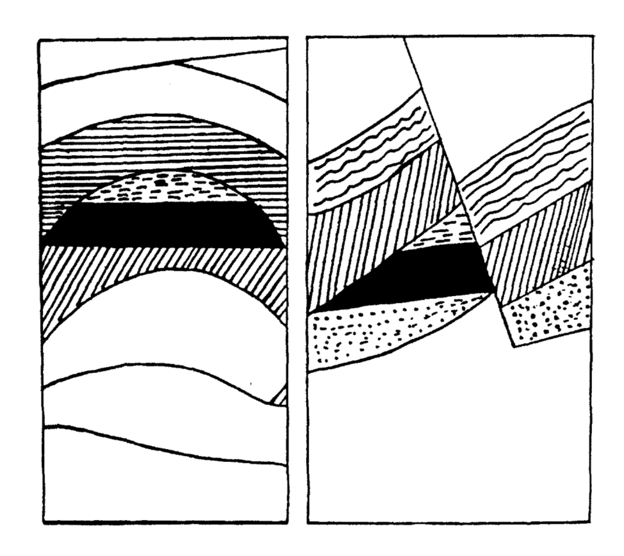
يتكون هذا النوع نتيجة للكسور والالتواءات التي تحدث في الارض بسبب الحركات الارضية. وتأخذ هذه المصايد شكل قباب (Anticline Trap) أو طبقات مكسورة (Fault Trap) تتجمع فيها كميات من النفط.

النوع الثاني : المصايد الطبقية (Stratigraphic Traps) :

وهي تتكون نتيجة للتغيرات الطبيعية التي تحدث لطبقات الارض بحيث تعوق حركة النفط وانتقاله وبالتالي يتجمع مكونا مكمنا نفطيا.

وفي كلتا الحالتين يجب ان تكون الطبقة المسامية (Porous Layer) الحاوية للنفط مغطاة تماما بطبقة غير مسامية (Non - Porous Layer) تحبس النفط داخل المصيدة وتمنعه من الهروب. ويطلق على مجموع المكامن النفطية «الحقل النفطي» (Oil Field) ومجموع الحقول «الحوض النفطي» (Oil Basin) . وتجدر الاشارة هنا الى ان معظم المكامن المعروفة هي من النوع الاول وتشمل القباب (أو الانتيكلين) والمكامن الزلزالية (الانكسارية) حيث ان ٨٠ - ٩٠٪ من الاحتياطيات النفطية المعروفة عالميا تتواجد في هذا الصنف من المكامن. ويوضح الشكل (٥ - ١) نوعين من المصايد الهيكلية وهما القبة والمصيدة الزلزالية.

شكل (٥ - ١) انواع المكامن النفطية الهيكلية



(١) (٢)

غاز

نفط

المصدر : Basic Oil Industry Information, OPEC, Page 6.

ملاحظة :

١- المصايد القبابية (الانتيكلين) Anticline - Trap : تحورات الطبقات الصخرية وتشكيلها لقباب تحوي النفط.

٢- المصايد الزلزالية (الانكسارية) Fault - Trap : تحرك الطبقات الصخرية نتيجة لعوامل جيولوجية تؤدي الى تشكيل مصايد نفطية.

وللمكامن النفطية خواص مختلفة أهمها النفاذية (Permeability) والمسامية (Porosity) . أما النفاذية فتحدد مدى سهولة أو صعوبة تدفق الموائع المكمنية (Reservoir Fluids) من خلال الصخور. وتقاس هذه القدرة بوحدة دارسي (Darci) التي تختص بتقدير حجم السائل المتدفق خلال طبقة معينة من الصخور تحت ضغط معين . وترجع أهمية النفاذية الى كونها تحدد مدى قدرة النفط على التدفق الى البئر عند محاولة استخراجه . ولا شك أن هناك عوامل اخرى تسهم في التأثير في معدلات التدفق (بالاضافة الى النفاذية) وهي مدى لزوجة النفط ومقدار الضغط الذي يتعرض له داخل المكمن .

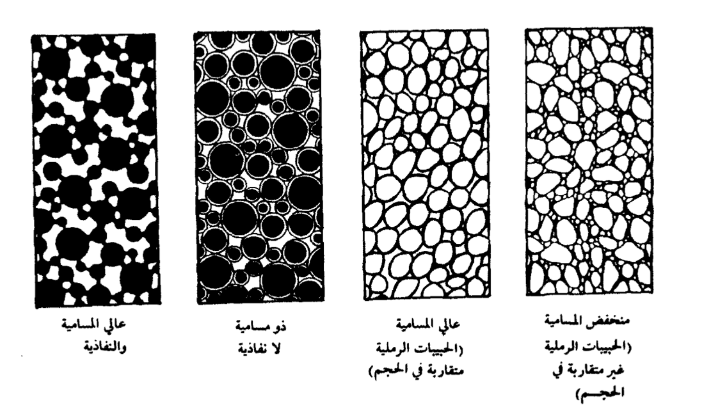
وبالنسبة للمسامية فانها تمثل حجم الفراغات الموجودة بين صخور المكمن مقارنة مع الحجم الكلي للصخور، وتقاس عادة بالنسب المئوية . وبعبارة اخرى تمثل المسامية قدرة الصخور على الاحتفاظ بالموائع المكمنية . وتتفاوت الصخور في مساميتها حيث تتراوح بين صفر و٤٠٪ مع ارتفاع المسامية في الطبقات القريبة من سطح الارض .

ويقصد بالموائع المكمنية الماء والسوائل الهيدروكربونية والغاز الطبيعي . ويبين الشكل (٥ - ٢) عدة أمثلة لصخور تختلف في مساميتها ونفاذيتها .

(أ - ٤) خواص السوائل الهيدروكربونية :

نظرا لاختلاف مكونات النفط وظروف تكونها فان النفط الخام في كل مكمن له صفات خاصة به . فالنفط يختلف من حيث مكوناته فبعضها خفيف والاخر غازي هذا بالاضافة الى وجود المواد الشمعية بنسب متفاوتة . وهناك ايضا اختلاف في اللون والرائحة ، حيث يتدرج اللون من اصفر الى اسود وتختلف الرائحة بسبب وجود مكونات الكبريت كغاز ثاني اكسيد الكبريت (Sulfur Dioxide) وكبريتيد الهيدروجين (Hydrogen Sulfide) بنسب مختلفة في النفط من مكامن مختلفة . ولكي يتم تصنيف أنواع النفط على اساس موحد فقد تم الاتفاق على مقاييس مختلفة لتستخدم في هذا الغرض . فهناك مقياس للكثافة وآخر للزوجة وآخر للمحتوى من الكبريت وسنستعرض فيما يلي كلا منها :

شكل (٥ - ٢) : طبيعة الطبقات من حيث المسامية والنفاذية



المصدر: Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Page 105.

١ - **مقياس الكثافة** (API Gravity) : وقد اقترحه معهد النفط الاميركي (API) ، وتحدد الكثافة بالطريقة التالية :

$$\text{كثافة السائل بمقياس معهد النفط الأمريكي (API)} = \frac{١٤١٫٥}{\text{الوزن النوعي للسائل}} - ١٣١٫٥$$

والمقصود بالوزن النوعي (Specific Gravity) للسائل هو وزن حجم معين من السائل مقارنة مع نفس الحجم من الماء عند درجة حرارة ٦٠ فهرنهايت.

وكما هو واضح من المعادلة السابقة ان الماء الذي يساوي وزنه النوعي واحدا صحيحا (طبقا لتعريف الوزن النوعي) فان كثافته بقياس معهد النفط الاميركي تساوي عشر درجات (١٠° API).

وحيث ان الوزن النوعي يظهر في المقام في المعادلة السابقة فان هناك علاقة عكسية بين الوزن النوعي ومقياس الكثافة المذكور، لذلك فان السوائل الثقيلة ذات الوزن النوعي المرتفع تكون كثافتها بمقياس (API) منخفضة في حين تحصل السوائل الخفيفة على رقم عال بمقياس (API) . وبالمقارنة مع كثافة الماء فان السوائل الخفيفة تكون كثافتها اكبر من عشر درجات (أي تطفو على سطح الماء) في حين تكون كثافة السوائل الثقيلة (التي لا تطفو على الماء) بالمقياس المذكور أقل من عشر درجات .

فعلى سبيل المثال، اذا كان الوزن النوعي لعينة من النفط يساوي ٨٢ر٠ فان كثافة هذا النفط بمقياس API يمكن حسابها كالآتي :

$$\text{الكثافة API} = \frac{١٤١٫٥}{٠٫٨٢} - ١٣١٫٥ = ٤١٫١° \text{ API}$$

نستنتج مما سبق انه كلما زادت كثافة السائل بمقياس API احتوى السائل على كميات اكبر من المركبات الخفيفة مقارنة بالثقيلة . وتتناسب الكثافة (من الناحية الفنية) طرديا مع معدل جريان النفط داخل المكمن حيث ترتفع تكاليف الانتاج

بانخفاض المعدل الاخير. اما من الناحية الاقتصادية فان الكثافة تحدد القيمة النقدية للنفط من خلال تأثيرها في توليفة المنتجات المختلفة الممكن استخلاصها عند التكرير.

ويصنف النفط حسب مقياس API الى خفيف (اكثر من ٣٤ درجة) ومتوسط (٢٨ - ٣٤ درجة) وثقيل (١٠ - ٢٨ درجة) وأخيرا ثقيل جدا (أقل من ١٠ درجات) ولا يطفو الصنف الأخير على سطح الماء. وتجدر الاشارة هنا الى ان الكثافة بمقياس API ترتبط بعلاقة طردية مع عمق المكمن النفطي.

٢- **مقياس اللزوجة (المحتوى الشمعي)** : تعرف اللزوجة (Viscosity) بمقاومة السوائل لجريانها، حيث انه كلما قلت اللزوجة زاد معدل جريان السائل. وتقاس اللزوجة عادة عند درجة حرارة معينة (٦٠ درجة فهرنهايت) وتعتبر لزوجة الماء الأساس في المقارنة. ويطلق على وحدة قياس اللزوجة سنتي بويز (Centipoise) وعلى أساسها تعتبر لزوجة الماء مساوية لسنتي بويز واحد عند درجة حرارة ٦٠ فهرنهايت.

وتأتي لزوجة النفط من وجود المكونات البارافينية (الشمعية) فيها، وكلما زادت نسبة هذه المكونات ازدادت لزوجة النفط. ونظرا لاختلاف النفوط في درجات لزوجتها فان قيمتها الاقتصادية تتفاوت تبعا لذلك حيث تقل القيمة الاقتصادية بارتفاع اللزوجة. وترتبط اللزوجة بعلاقة عكسية مع الكثافة بمقياس API.

٣- **مقياس الشوائب**: يستخدم هذا المقياس لحساب مقدار الشوائب الموجودة في النفط مثل الكبريت وبعض المعادن. وتستخدم النسب المئوية الى الوزن الاجمالي كأساس لمقارنة النفوط المختلفة. ولما كانت الشوائب لها تأثيرات ضارة في المعدات والبيئة فان ارتفاع نسبة الشوائب يقلل من القيمة الاقتصادية للنفط. ويتفاوت المحتوى الكبريتي (Sulfur Content) بين النفوط بدرجة كبيرة، حيث هناك انواع تحوي نسبا منخفضة جدا من الكبريت في حدود ١ر٪ وتسمى «النفوط الحلوة» (Sweet Crudes) في حين يدعى النفط الذي يحوي نسبة عالية من الكبريت في حدود ١٪ أو أكثر «النفط الحامض» (Sour Crude). وعموما، ترتبط نسبة الشوائب كالكبريت والنيتروجين بعلاقة عكسية مع الكثافة بمقياس API حيث انه كلما قلت

كثافة النفط ارتفعت نسبة الشوائب الى الوزن. ويوضح الجدول (٥ - ٢) نسبة الكبريت الى الوزن في بعض اصناف النفوط.

ب - مراحل الصناعة النفطية عند المصدر (المرحلة العليا)

تتكون الصناعة النفطية عند المصدر (Upstream Stage) من ثلاث مراحل رئيسية هي مرحلة الاستكشاف (Exploration) ومرحلة الحفر (Drilling) ومرحلة الانتاج (Production). وفيما يلي استعراض لكل مرحلة على حدة:

(ب - ١) مرحلة الاستكشاف (Exploration Stage):

كانت الشركات النفطية قديما تبحث عن النفط في المناطق التي توجد بها علامات تدل على وجود النفط نتيجة لتسربه الى سطح الأرض. ولكن مع تطور علم الجيولوجيا والفيزياء بدأت الشركات النفطية بتوظيف الطرق الحديثة للبحث عن المصايد النفطية وقامت بنشر نشاطها في مناطق مختلفة من الكرة الارضية.

وعموما تبدأ مرحلة الاستكشاف بالبحث عن المناطق التي يحتمل وجود مصايد النفط فيها ومن ثم يتم البحث عن المصايد المناسبة وذلك لحفر الآبار الاستكشافية والتي يتم على اساسها اتخاذ القرار بمتابعة الحفر أو التوقف. ويمكننا تقسيم عمليات الكشف عن النفط الى قسمين رئيسيين هما عمليات المسح الجيولوجية والجيوفيزيائية.

أولا: عمليات المسح الجيولوجية (Geological Survey Techniques): يتم في هذه المرحلة اعداد خرائط لطبقات الارض وذلك باستعمال طريقة التصوير الجوي. وتوضح هذه الخرائط انواع الطبقات وطبيعتها من صخور رملية أو أخرى. كما توضح الكسور والالتواءات الموجودة في المنطقة. وتعتمد هذه الطريقة على الأشعة تحت الحمراء لتصوير الطبقات السفلى لتوضيح تفاصيلها.

ثانيا: عمليات المسح الجيوفيزيائية (Geophysical Survey Techniques): وتعتمد هذه الطريقة على قياس الصفات الطبيعية لطبقات الارض مثل درجة المغناطيسية أو

جدول (٥ - ٢) : نسبة الكبريت في بعض النفوط.

المنطقة الجغرافية	نسبة الكبريت الى الوزن ٪
الشرق الأقصى	٠ر١٥
شرق تكساس	٠ر٣٦
شرق فنزويلا	٠ر٥٥
ايـــران	١ر٤٠
غرب تكساس	٢ر٠٠
غرب فنزويلا	٢ر٢٠
الكـويـت	٢ر٤٥

المـصـــدر : James G. Speight, The Chemistry and Technology of Petroleum, Page 67,

قوة الجـاذبيـة بالاضـافـة الى مدى نقـل الطبقـات للاهتزازات حيث ان الطبقات الصخـريـة تختلف في هذه الصفـات مما يمكّن الجيولوجي من تحديد نوعهـا تبعا للمعلومـات المجمعـة من هذه العمليـة . وتنقسم عمليات المسح الجيوفيزيائية الى ثلاثـة أقسـام اعتـمادا على نوع الصفـات المـراد قياسها . فهناك المسح المغناطيسي والمسح الجاذبي والمسح السيزمواجرافي . ونوضح فيما يلي كل نوع باختصار:

المسح المغناطيسي (Magnetic Survey) : أو طريقـة قيـاس مغنـاطيسيـة الطبقـات المختلفـة حيث تحاول تحديـد الطبقـات الأرضيـة عن طريق قيـاس درجـة واتجـاه المغنـاطيسيـة فيهـا وبـالتـالي تحديد تراكيبها الجيولوجية . وتعتبر هذه الطريقة ذات تكلفـة منخفضـة ولكنهـا غير حاسمـة . أما **المسح الجاذبي** (Gravity Survey) : فانه يعتمـد على خاصيـة اخرى ألا وهي اختلاف جاذبية الطبقات الصخرية المختلفة

نتيجة لاختلاف كثافتها مما يتيح تحديد نوع الطبقات تبعا للاختلافات الصغيرة الموجودة في درجة الجاذبية. وتعتبر هذه الطريقة منخفضة التكلفة ايضا واسترشادية فقط، ويوضح الشكل (٥ - ٣) عمل المقياس الجاذبي. وأخيرا هناك

عملية المسح السيزموجرافي (Seismic Survey) : والتي تهدف الى تحديد انواع الصخور في الطبقات الأرضية المختلفة من خلال قدرتها على نقل الذبذبات الصوتية. ويتم ذلك عن طريق احداث هزات صناعية ومن ثم استقبال هذه الهزات على مسافات متباعدة باستخدام جهاز السيزموجراف (Seismograph). وبما ان الصخور تختلف في مقدرتها على نقل الذبذبات فانه يمكن تحديد انواع الصخور الموجودة في المنطقة. وتتميز هذه الطريقة بكونها ذات تكلفة عالية ولكنها دقيقة، لذا فانها تعتبر أهم الطرق المستخدمة للكشف عن مواقع التراكيب الجيولوجية المناسبة للحفر. وبعد ان تستكمل عملية جمع المعلومات يستطيع الجيولوجي تصميم خرائط مختلفة للطبقات الارضية يوضح فيها اماكن وجود الكسور والقباب بالاضافة الى خواص الطبقات من حيث النفاذية والمسامية. وبعد ان يتم ذلك يجري العمل على تصميم نموذج للمنطقة موضحا الاماكن التي يحتمل وجود السوائل الهيدروكربونية فيها، وعند هذه النقطة تكون الشركة الباحثة عن النفط جاهزة للبدء في الحفر.

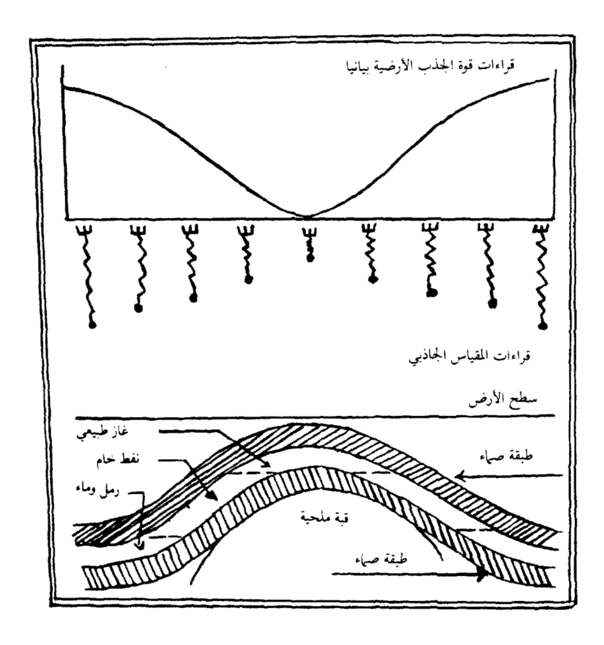
(ب - ٢) مرحلة الحفر (Drilling Stage) :

تأتي هذه المرحلة بعد ان يتم تحديد موقع المكمن النفطي ويتم الاتفاق على نقطة الحفر للبئر الاستكشافية (تسمى بالبئر العشوائية Wild Cat اذا كانت المنطقة بكرا لا يعرف عنها انها منتجة). ويعتبر الحفر الاختبار النهائي لاجراءات الاستكشاف والخطوة الاولى في الانتاج.

أولا : أهمية حفر الآبار :

يعتبر حفر الآبار الوسيلة النهائية لمعرفة وجود النفط من عدمه بعد ان تستكمل عمليات تحديد المناطق التي يتوقع وجود النفط فيها من خلال العمليات

شكل (٥ - ٣) : عمل المقياس الجاذبي (Gravimeter).



المصدر: Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Page 98.

الاستكشافية التي سبق ذكرها. وتأتي أهمية حفر الآبار من المعلومات التي تستقى عن طبيعة الصخور وصفاتها من حيث سمكها وامتدادها بالاضافة الى المعلومات المفيدة لحفر آبار اضافية. وعند وجود النفط فان عملية الحفر ضرورية لتقدير حجم النفط المخزون (Oil in Place) ونسبة الاستخلاص الاولية المتوقعة مما يحدد الجدوى الفنية والاقتصادية والتي على اساسها يتخذ قرار الاستمرار في تطوير البئر من عدمه. وعند التأكد من وجود النفط بكميات تجارية، يجري حفر آبار تطويرية (Development Wells) لاستغلال النفط والمحافظة على الضغط الموجود داخل المكمن.

ثانيا : طرق الحفر (Drilling Methods) :

من الطبيعي ان تسبق عملية الحفر الاستفادة من المعلومات المتوافرة نتيجة للعمليات الاستكشافية التي سبق اجراؤ ها وذلك لتحديد كل ما يتعلق بالبئر من حيث الموقع والمواصفات الفنية والهندسية الاخرى.

أما بالنسبة لطرق الحفر فقد تطورت بشكل كبير خلال الفترة منذ اكتشاف النفط، حيث كانت الطرق المستخدمة سابقا كالحفر بالدق (Cable Tool) تتميز بالبساطة والمخاطرة، وذلك لعدم وجود احتياطيات الأمان الضرورية في حالة مواجهة طبقة حاملة للنفط والغاز تحت ضغط مرتفع. اما الطريقة التي حلت محل الدق فهي طريقة الحفر الدوراني (Rotary Drilling). تتميز هذه العملية بدوران ما يسمى بالدقاقة تحت ضغط من الانابيب الثقيلة مما يفتت الصخور، ويستخدم الطين في تبريد الدقاقة من خلال ضخه الى داخل البئر. ويخرج الطين من الفراغ بين الدقاقة والبئر.

وتأتي أهمية الطين في رفع فتات الصخور من البئر بالاضافة الى توفير ضغط لمنع انهيار الجدران ومنع السوائل الموجودة في المكمن من الخروج مما يمنع الثوران وعادة ما تأتي بعد كل مرحلة من الحفر مرحلة التنظيف والتبطين التي تؤدي وظائف عديدة أهمها منع تلوث المياه العذبة، ومنع انغلاق الحفرة ومنع اختلاط

الماء بالنفط والسيطرة على الضغط في المكمن وأخيرا تحديد الانتاج. ونذكر هنا ان هذه الطريقة قد ساعدت في تقليل الحوادث الناجمة من ثوران الآبار بالاضافة الى التمكن من الوصول الى طبقات عميقة (ما يقارب من ٣٢٠٠٠ قدم مقارنة مع ٧٥٠٠ قدم بواسطة الدق). ونظرا لصعوبة هذه الطريقة فقد استبدلت بها طريقة الحفر التوربيني (Turbo Drilling). وتشبه هذه الطريقة الحفر الدوراني الا ان الدقاقة وحدها فقط تدور في داخل البئر دون دوران انابيب الحفر ويتم ذلك عن طريق ضخ الطين بقوة كبيرة مما يجعل الدقاقة تدور. وأخيرا هناك الحفر في المناطق المغمورة بالمياه ويمكن القول ان طرق الحفر متشابهة مع الطرق المستخدمة على اليابسة الا ان الظروف السائدة في المناطق المغمورة بالمياه اصعب، مما يجعلها تتطلب تقنية متقدمة من خلال وضع وحدات عائمة تستخدم لعمليات الحفر المختلفة.

ويمكن القول بأن عمليات الاستكشاف ذات تكلفة عالية بسبب ارتفاع احتمالات عدم وجود النفط بكميات تجارية. ولقياس عامل المخاطرة في البحث عن النفط فانه تم استحداث مقياسين مهمتهما تقدير مقدار المخاطرة من خلال قياس الخصوبة النفطية لمنطقة ما. وسوف نذكر فيما يلي طرق قياس الخصوبة بالاضافة الى ذكر الطرق التي تتبعها الشركات للتقليل من المخاطرة التي تواجهها.

ثالثا : طرق قياس الخصوبة النفطية :

هناك مقياسان يستخدمان في تقدير الخصوبة النفطية لمنطقة معينة. يعتمد المقياس الاول على مفهوم نسبة نجاح الآبار الاستكشافية ويقدر كما يلي :

$$\text{نسبة نجاح الآبار الاستكشافية} = \frac{\text{عدد الأبار الاستكشافية الناجحة}}{\text{عدد الآبار الكلية المحفورة}}$$

ولا شك ان هذا المقياس يتميز بالقصور بسبب عدم التمييز بين الآبار الناجحة الكبيرة والصغيرة مما يتسبب في تحيز هذه النسبة وتشويهها لحقيقة الوضع القائم.

أما المقياس الثاني فيعتمد على مفهوم الكميات الحدية وذلك عن طريق مقارنة مقدار الزيادة في الاحتياطي الكلي لكل قدم تم حفرها. من الواضح انه كلما زادت الأقدام المحفورة لكل وحدة اضافية من الاحتياطي انخفضت الخصوبة النفطية.

وتواجه الشركات النفطية عامل المخاطرة من خلال توزيع نشاطاتها الاستكشافية في مناطق مختلفة من العالم بالاضافة الى الدخول في نشاطات استكشافية مشتركة مع الشركات الاخرى وأخيرا العمل على استخدام أحدث الوسائل العلمية للبحث عن النفط وتحديد مواقع الحفر.

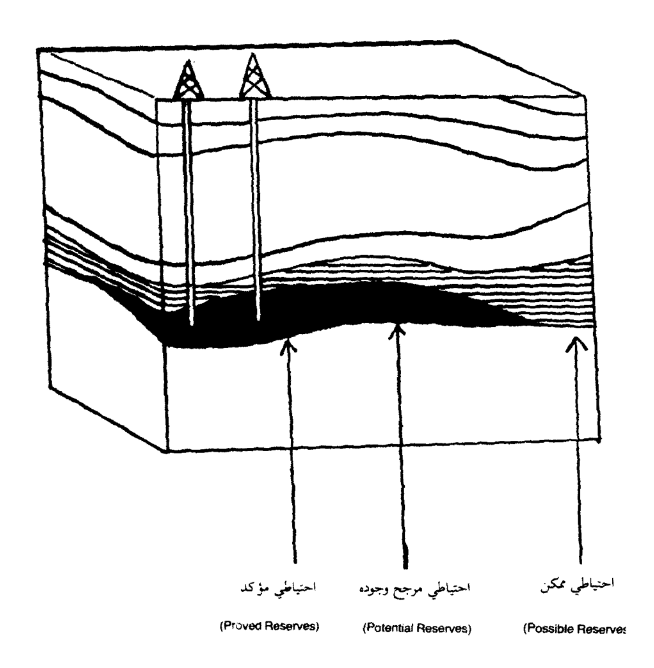
رابعا : اصناف الاحتياطي النفطي :

بعد ان يكتشف النفط بكميات تجارية تجري عملية تحديد حجم المخزون النفطي الموجود (Oil in Place)، وقد جرت العادة على تصنيف المخزون النفطي الى انواع مختلفة من الاحتياطيات اعتمادا على دقة المعلومات المتوافرة عنها. فهناك الاحتياطي المؤكد والمرجح وجوده والممكن والمحتمل. وسوف نوضح فيما يلي كل صنف باختصار. ويوضح الشكل (٥-٤) هذه الاصناف.

١- **الاحتياطي المؤكد (Proved Reserves)** : هو كميات النفط المقدرة من معلومات جيولوجية وهندسية دقيقة آخذة بالاعتبار الظروف الاقتصادية والتقنية المعروفة حاليا. ويدخل ضمن هذا النوع كميات النفط الاضافية التي تم التأكد من الحصول عليها من خلال تطبيق وسائل الاستخلاص الثانوي.

٢- **الاحتياطي المرجح وجوده (Potential Reserves)** : هو كميات النفط الممكن الحصول عليها من المناطق المجاورة لمكامن تم التأكد من احتياطيها أو من مكامن تشبه خواصها المكمن الذي تم تطويره وذلك طبقا لمعلومات جيولوجية غير كاملة تم جمعها بواسطة اجهزة حفر معينة. وعادة ما يتوقع ان يتحول نصف هذه

شكل (٥ - ٤) : أصناف الاحتياطي النفطي



المصدر: Basic Oil Industry Information, OPEC, Page 8.

الاحتياطيات المحتملة الى مؤكدة. ويشمل هذا النوع من الاحتياطي ما يلي :

- الكميات التي قد تتواجد في الامتدادات الافقية والعمودية للطبقات المنتجة.
- الكميات الممكن الحصول عليها من خلال تطبيق وسائل الاستخلاص الثانوي والتي ثبت نجاحها في المكامن المشابهة.
- الكميات الممكن تواجدها في الطبقات التي لم ينتج النفط منها بعد.

٣- **الاحتياطي الممكن (Possible Reserves)** : هو الكميات التي يتوقع وجودها بناء على نظريات تحاول تحديد المقادير الممكن وجودها في مناطق معينة بالمقارنة مع مناطق اخرى مشابهة لها. وتعتمد هذه التوقعات على بعض المعلومات المجمعة من أجهزة القياس الزلزالية.

٤- **الاحتياطي المحتمل (Probable Reserves)** : لا يتمتع هذا النوع بالدقة ويكون عادة مبنيا على التوقعات اكثر منه على المعلومات، وتشمل عادة الكميات المتوقع استخلاصها من المكامن التي لم يجر تطويرها بعد.

من الواضح ان الاحتياطي المؤكد يشكل جزءا من المخزون النفطي في الارض والذي يمكن حسابه باستخدام المعلومات المتوافرة من النماذج المكمنية. ولكن يجب الاشارة الى ان الاحتياطي المؤكد غير ثابت نتيجة لاعتماده على الظروف الاقتصادية والتي تتغير من فترة الى اخرى. لذلك فانه من المعقول ان نرى تذبذبات في الاحتياطيات المؤكدة للدول المختلفة عند حدوث تغيرات في اسعار النفط.

(ب - ٣) مرحلة الانتاج (Production Stage) :

تأتي مرحلة الانتاج بعد ان تتم عملية الحفر وتهيئة البئر بوضع مجموعة من الصمامات والتوصيلات (Christmas Tree) التي تسمح بالتحكم الكامل في الانتاج من البئر. وعادة ما تكون مرحلة الانتاج مقسمة الى ثلاث مراحل، المرحلة الاولى ويكون الانتاج فيها معتمدا على القوى المكمنية (Reservoir Drives) والمرحلة الثانية

تتسم باتباع خطوات للمحافظة على القوى المكمنية والمرحلة الاخيرة يتم فيها استخدام وسائل خارجية معقدة لانتاج كميات اضافية من النفط الموجود في المكمن. وسوف نتحدث فيما يلي عن كل مرحلة باختصار.

١ - الانتاج الابتدائي (Primary Recovery) :

يتم الانتاج في هذه المرحلة بالاعتماد على قوى الدفع المخزنة في المكمن والناتجة من عدة عوامل مختلفة هي الغاز المذاب في النفط (Solution- Gas Drive) أو الموجود في أعلى القبة النفطية (Gas- Cap Drive) وأخيرا الماء الموجود في اسفل الطبقة النفطية (Water Drive) . ففي حالة القبة الغازية فان ضغط الغاز على النفط يجعل عامود النفط يرتفع الى أعلى، وعادة ما تكون الكمية المنتجة اكبر كلما تمت المحافظة على الضغط من خلال منع تسرب كميات كبيرة من الغاز. أما بالنسبة للدفع المائي الناتج من انخفاض الضغط وبالتالي تحرك الماء الى الأعلى ليحل محل النفط فان هذا النوع من الدفع يعتبر من اكثر الطرق كفاءة. أما دفع الغاز المذاب فينتج من انفصال الغاز عن النفط على شكل فقاعات عند حفر البئر ويؤدي الى ضغط النفط من الأعلى مما يساعد في خروجه من البئر. ولكن يمكن القول بشكل عام بأن مقدار النفط المزاح يعتمد على الضغط داخل المكمن بالاضافة الى لزوجة النفط التي تؤثر في قدرته على التنقل عبر المسامات الصخرية. لذلك فانه من الضروري ان يتركز الانتباه عند تحديد حجم الانتاج الى عدة عوامل مثل جودة النفط ومسامية ونفاذية الصخور بالاضافة الى هيكل صخور المكمن. وبأخذ هذه العوامل بالاعتبار يتم عادة تحديد كفاءة البئر أومعدل الانتاج الأقصى كفاءة (Maximum Efficiency Rate) والذي يتيح انتاج اكبر كمية من النفط من المكمن.

وتجدر الاشارة هنا بأن هناك طرقا معينة تستخدم لزيادة نفاذية الصخور لتيسر نقل النفط عبر الصخور مما يزيد من الانتاج الكلي. ومن هذه الطرق نذكر طريقة التكسير بواسطة الماء (Hydrofracturing) ويتم ذلك عن طريق دفع الماء بقوة كبيرة لاحداث شروخ في الصخور. أما الطريقة الثانية فهي التحميض (Acidization) وتستخدم للصخور الكلسية (كربونات الكالسيوم) وذلك بدفع احماض في المكمن لفتح ممرات في الصخور أو توسيع المسامات الموجودة فيها. وغالبا ما يتم استخدام

هاتين الطريقتين في مرحلة تطوير الأبار قبل الانتاج ولكن يمكن استعمالها بعد الشروع في الانتاج لزيادة كمية النفط المنتجة. ومع انخفاض الضغط داخل المكمن تنتهي عملية الانتاج الابتدائي ويتم في هذه المرحلة استخراج حوالي ٢٠- ٣٠٪ من النفط الموجود في المكمن. ويوضح الشكلان (٥ - ٥) و(٥ - ٦) كيفية الانتاج بواسطة دفع القبة الغازية ودفع الماء من الأسفل.

٢- الانتاج المعزز (Enhanced Oil Recovery) :

بعد الانتهاء من مرحلة الاستخلاص الأولى يجري العمل على انتاج النفط باستخدام طرق تتدرج في تعقيدها وهي :

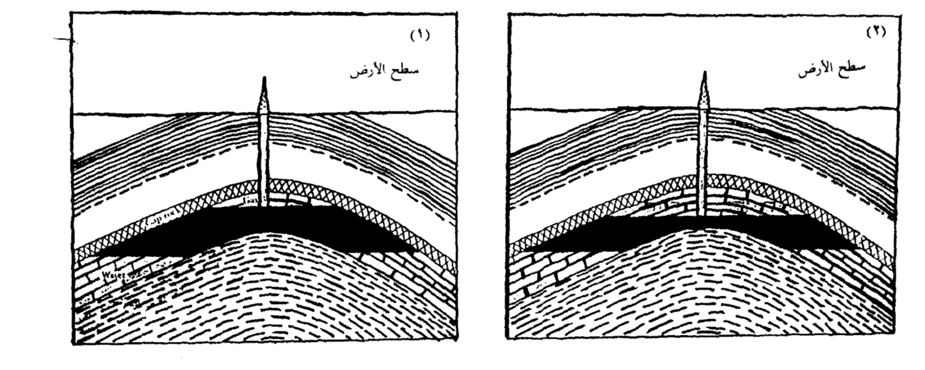
أولا : الانتاج الثانوي (Secondary Recovery) :

تبدأ هذه المرحلة عندما يبدأ الضغط المكمني بالهبوط. والهدف منها هو المحافظة على الضغط الموجود من خلال اعادة ضخ الغاز او الماء داخل المكمن. ويتم ذلك من خلال حقن الغاز في أعلى المكمن ليحل محل أويرفع من ضغط القبة الغازية مما يساعد على ازاحة النفط عبر الأنابيب الى الخارج. أما الحقن بالماء فانه يتم عبر آبار خاصة للحقن والهدف منه زيادة ضغط الماء الموجود في اسفل القبة مما يساعد على زيادة كميات النفط المزاحة الى أعلى. وتجدر الاشارة هنا بأن هذه الطرق يمكن استخدامها في المرحلة الاولى من الانتاج في بعض الحالات التي يكون فيها الضغط المكمني ضعيفا، وعادة مما يؤدي استخدام طرق الاستخلاص الثانوي الى زيادة حجم النفط المنتج الى حوالي ٥٠٪ من النفط الموجود. ويبين الشكل (٥ - ٧) كيفية الانتاج بواسطة طرق الاستخلاص الثانوي.

ثانيا : الانتاج الثالثي (Tertiary Recovery) :

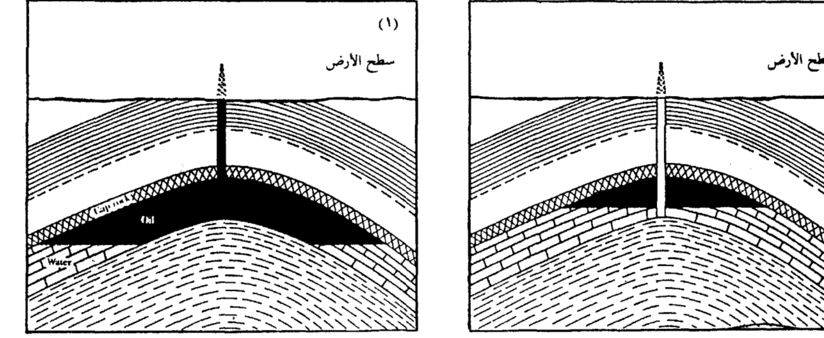
حيث ان كميات النفط المنتجة لا تتعدى ٥٠٪ من النفط الموجود عند استخدام الطرق الابتدائية والثانوية فان ذلك يعني ضياع كميات كبيرة من النفط دون الاستفادة منها. لذلك فقد طورت الشركات النفطية تقنيات حديثة ومعقدة هدفها زيادة نسبة الانتاج الكلي عما هي عليه الان. وتنقسم هذه الطرق الى نوعين حرارية واخرى كيماوية، وسوف نوضح كلا منهما على حدة.

شكل (٥ - ٥) : الانتاج بواسطة قوى الدفع المكمنية
(دفع القبة الغازية).



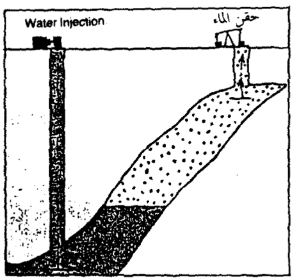
المصدر: Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Page 171.

شكل (٥ - ٦) : الانتاج بواسطة قوى الدفع المكمنية
(دفع الماء من اسفل)

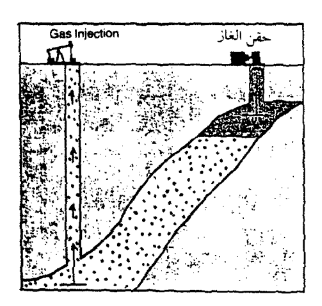


المصدر: Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Page 171.

شكل (٥ - ٧) : الانتاج المعزز بواسطة الطرق الثانوية
(حقن الماء أو الغاز).



(حقن الماء في قاع المكمن)



(حقن الغاز في أعلى المكمن)

المصدر: Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Page 174.

الطرق الحرارية (Thermal Processes) :

وتعتمد هذه الطرق على الطاقة الحرارية في تقليل لزوجة النفط الموجود في المكمن مما يسهل انسيابه وبالتالي استخراجه، حيث انه من المعروف ان اللزوجة تنخفض مع ارتفاع درجة الحرارة. ويتم استخدام الطرق الحرارية عادة في مكامن النفوط الثقيلة او التي تحوي موادّ هيدروكربونية صلبة مثل رمال القار. وتتم هذه الطريقة اما بالحرق الموضعي (In - Situ Combustion) لكمية من النفط في المكمن مما يولد الحرارة اللازمة لتسخين الاجزاء الاخرى أو من خلال حقن بخار الماء (Steam Injection) أو الماء الساخن عن طريق آبار الحقن (Hot Water Injection) .

ويبين شكل (٥ – ٨) طريقة حقن بخار الماء من خلال بئر حقن والحرق الموضعي .

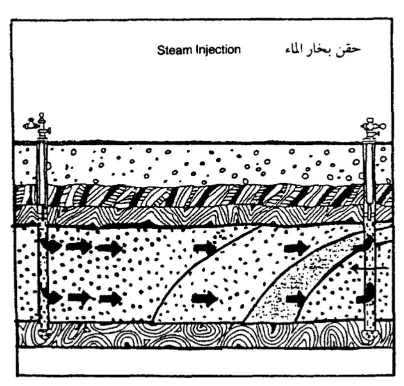
الطرق الكيماوية (Chemical Processes) :

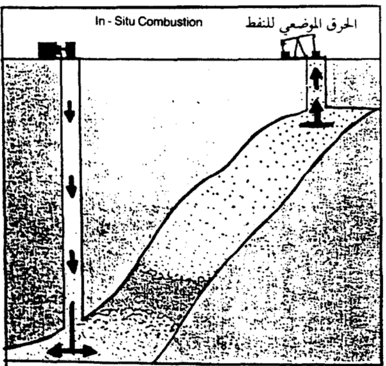
وتهدف هذه الطرق الى تغيير صفات السوائل الهيدروكربونية الموجودة في المكمن مما يسهل انسيابها خلال المسامات الصخرية. ويمكن ذلك بالاستفادة من الخواص الكيماوية لبعض المواد المعروفة والتي يتم حقنها في المكمن. وهناك ايضا تأثير القوى الشعرية الناتجة من الشد السطحي بين السوائل في المكمن والتي تعرقل حركة هذه السوائل مما يستدعي تخفيض هذه القوى او ازالتها لكي تتحرك هذه السوائل نحو البئر. ومن الطرق المعروفة يمكننا ذكر طرق حقن المواد المذيبة والبوليمرات وثاني اكسيد الكربون بالاضافة الى الاستفادة من خاصية التجانس او الامتزاج بين المركبات الكيماوية (Miscible Displacement) المختلفة والتي يمكن على اساسها ازاحة كميات من سائل معين بخلطه بسائل اخر متجانس معه. ونذكر هنا ان هذه الطرق ذات تكلفة عالية ويتم تقدير حاجة كل مكمن بصورة مستقلة تبعا لصفاته .

ثالثا : معالجة النفط المنتج (Field Processing) :

نظرا لاحتواء النفط الخام المنتج على كميات من الماء والتراب بالاضافة الى الغاز الطبيعي والشوائب الغازية الأخرى فانه ينقل الى مراكز تجميع النفط – التي تجمع انتاج آبار مختلفة – لكي تتم عملية فصل هذه الشوائب. وتستخدم في عملية

شكل (٥ – ٨) : الانتاج المعزز بواسطة الطرق الثالثية
(الطرق الحرارية)





المصـــدر: Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Pages 165 & 176.

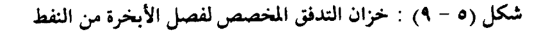
فصـل بخـار الماء والغاز الطبيعي صهاريج مخصصة (صهاريج التدفق Flow Tank) لهذا الغـرض حيث يدخـل النفـط من جانب ويخـرج من جانب مقابل في حين يتم استخلاص بخار الماء والغاز الطبيعي من أعلى الصهريج كما هوموضح في الشكل (٥ - ٩). وعـادة ما يتم تخفيض ضغـط النفـط من خلال تمريره في عدة صهاريج حتى يسـاوي الضغـط الجـوي، وتتم عنـد ذلـك عملية الفصل لينقل النفط الى صهاريج الخزن التي يضخ منها النفط الى المصافي اومرافق التحميل عبر الانابيب او الناقلات البحرية.

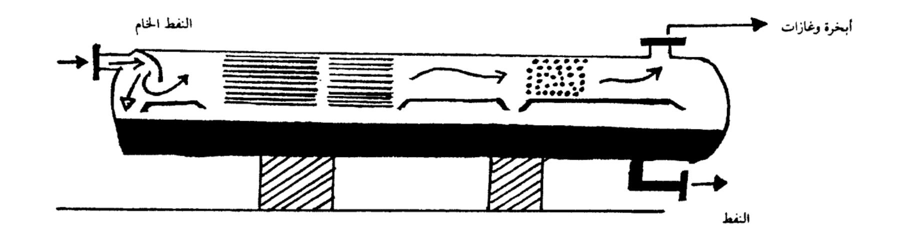
هذا مع العلم بأن الآبـار الصغـيرة عادة ما تكـون مجهزة بوحدات فصل بسيطة (Separators) قادرة على التخلص من المـوائـع المكمنيـة المصـاحبة للنفط. وتعتمد هذه الـوحـدات على خاصيـة الجـاذبيـة (Gravity) والاختـلافات في الوزن النوعي (Specific Gravity)، حيث يترسب المـاء في القـاع يليـه النفـط ثم الغـاز ويتم استخلاص كل منها من خلال فتحات من الأعلى والأسفل والجوانب.

وفي حالة امتزاج كميات كبيرة من الماء مع النفط فان هناك وسائل للتخلص من هذه المشكلة من خلال المعالجة بالحرارة (Heat Treatment) أوبعض المواد الكيماوية (Chemical Treatment) الـتي تعـمـل على تقـليـل قوة الـشـد الـسطـحي (Surface Tension) بين الماء والنفط مما يتسبب في انفصالهما.

وبـالنسبـة للاملاح والاطيان (Salt & Sediment) فانها عادة ما تزال بواسطة غسل النفـط بالمـاء قبـل فصل الماء بالطرق المذكورة سابقا. ونشير أخيرا الى انه في حالة وجود كميات كبيرة من الشوائب الكبريتية الضارة مثل غازي كبريتيد الهيدروجين وثاني اكسيد الكبريت فان ذلك يتطلب اجراءات اضافية لفصل هذه الغازات عن النفط قبل نقله لما تسببه هذه الشوائب من أضرار بالمنشآت والأنابيب.

شكل (٥ - ٩) : خزان التدفق المخصص لفصل الأبخرة من النفط





المصدر: Basic Oil Industry Information, OPEC, Page 18.

ج - تطور احتياطي وانتاج واستهلاك العالم من النفط

يعتبر النفط، كما سبق وأن أشرنا، من أهم مصادر الطاقة التجارية في العالم حاليا حيث شكلت حصته في اجمالي استهلاك العالم من الطاقة حوالي ٤٤٪ سنة ١٩٨٤. ونتطرق في هذا الجزء الى تطور احتياطي وانتاج العالم من النفط باختصار.

(ج - ١) تطور احتياطي العالم من النفط :

نظرا لأهمية النفط كمصدر للطاقة فقد درج عدد كبير من الجيولوجيين والمؤسسات المختلفة على اجراء دراسات لتقدير كمية النفط الاجمالية الموجودة والممكن استخلاصها من الأرض. وتتميز هذه التقديرات عموما باتجاهها الصعودي ففي حين قدرت الكمية الاجمالية سنة ١٩٤٢ بحوالي ٦٠٠ بليون برميل نجد انها بلغت ٢٥٩٥ بليون برميل حسب توقعات هذه الجهات سنة ١٩٨٠.

ويوضح جدول (٥ - ٣) تطور هذه التقديرات للفترة ١٩٤٢ - ١٩٨٠. ويمكن تفسير هذه الزيادة في تقديرات الكمية الاجمالية من النفط الى ازدياد الثقة في المعلومات الجيولوجية المستقاة من عمليات الاستكشاف بالاضافة الى توسع هذه العمليات في مناطق العالم المختلفة. ومن المتوقع ان ترتفع هذه التقديرات مستقبلا بسبب وجود عدد كبير من الدول التي لم تحظ حتى الان بمقدار كاف من عمليات التنقيب. وتضم هذه المجموعة من الدول المكسيك والبرازيل وانجولا ومصر وزائير وتشاد وباكستان والهند وبنغلاديش وكمبوديا وسريلانكا والصين وغيرها. كما ان هناك احتمالات بارتفاع احتياطيات عدد كبير من الدول النفطية وخصوصا الشرق أوسطية منها. وللاطلاع على تطور الاحتياطي المؤكد من النفط خلال الفترة ١٩٥٠ - ١٩٨٦، نستعرض جدول (٥ - ٤). من الملاحظ ان الاحتياطي المؤكد خلال الفترة المذكورة قد ارتفع بشكل متواصل ليبلغ

٧٠٠ بليـون برميـل نفط سنة ١٩٨٦ . أما التوزيع الجغرافي للاحتياطيات المؤكدة لسنة ١٩٨٦ فقد سبق استعراضه في جدول (٣ - ٩) من الفصل الثالث. تتركز هذه الكميات عموما في منطقة الشرق الأوسط (بنسبة ٥٧٪) و١٢٪ لكل من دول التخطيط المركزي وامريكا اللاتينية و٨٪ لافريقيا، انظر شكل (٥ - ١٠) ايضا. ويبين جدول (٣ - ٩) كذلك مدى تركز الامدادات النفطية في الدول النامية الأعضاء في منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) حيث تحوز هذه الدول على ما نسبته ٦٨٪ من اجمالي الاحتياطي المؤكد في حين تشكل حصة مجموعة دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية حوالي ٩٪ فقط.

وبالنسبة لتوزيع الاحتياطيات المؤكدة حسب اهم الدول، انظر جدول (٣ - ١٠) من الفصل الثالث. من الواضح ان السعودية تأتي في مقدمة الدول حيث تحوز على حوالي ربع الاحتياطي المؤكد في حين تأتي الكويت في المرتبة الثانية بحصة تعادل ١٢٫٨٪ والاتحاد السوفيتي في المرتبة الثالثة بنسبة ٨٫٧٪.

جدول (٥ - ٣) : تقديرات الكمية الاجمالية من النفط الممكن استخلاصها، ١٩٤٢ - ١٩٨٠.

(بليون برميل نفط)

السنة	التقدير	السنة	التقدير
١٩٤٢	٦٠١٫١	١٩٦٥	٢٤٧٧٫٥
١٩٤٦	٤٠٣٫٢	١٩٦٨	١٨٠٣٫٢
١٩٤٨	١٣٤١٫٤	١٩٧٠	١٨٠٣٫٢
١٩٥٣	٩٩٦٫٩	١٩٧٢	٣٦٥٠٫٣
١٩٥٦	١٢٥٣٫٤	١٩٧٦	١٨٩٨٫٥
١٩٥٩	١٧٣٧٫٢	١٩٨٠	٢٥٩٤٫٨

المصدر: World Energy Conference 1980 : Survey of Energy Resources, Munich, September 1980.

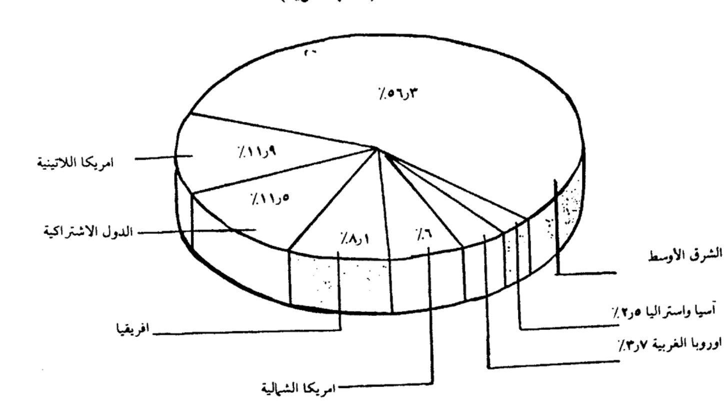
جدول (٥ - ٤) : تطور احتياطي وانتاج العالم من النفط، ١٩٥٠ - ١٩٨٦ .

السنة	الاحتياطي المؤكد (بليون برميل)	الانتاج الاجمالي (بليون برميل)	عمر الاحتياطي (سنة)
١٩٥٠	٧٦٫٤٥	٣٫٨٠	٢٠
١٩٥٥	١٥٧٫٥٠	٥٫٦٣	٢٨
١٩٦٠	٢٩٠٫٠٤	٧٫٦٧	٣٨
١٩٦٥	٣٣٨٫٦٧	١١٫٠٦	٣١
١٩٧٠	٥٣٠٫٥٣	١٦٫٧٢	٣٢
١٩٧٥	٧١٢٫٤٢	١٩٫٥٠	٣٧
١٩٨٠	٦٤٢٫١٧	٢١٫٧٦	٣٠
١٩٨٥	٦٩٩٫٨١	١٩٫٤٣	٣٦
١٩٨٦[1]	٧٠٠٫١٤	٢٠٫٠٠	٣٥

المصدر : Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute, Vol.6, No.2, May 1986.

ملاحظة (١) : تدل أرقام الاحتياطي على الوضع حسب أول يناير ١٩٨٦ في حين يدل الانتاج على معدل الاربع شهور الأولى من سنة ١٩٨٦.

شكل (٥ - ١٠) : احتياطيات النفط المؤكدة، نهاية ١٩٨٥
(نسب مئوية)



المصـــدر : BP Statistical Review of World Energy, British Petroleum, June 1986.

(ج - ٢) تطور انتاج واستهلاك العالم من النفط :

يوضح جدول (٥ - ٤) تطوز الانتاج العالمي من النفط للفترة ١٩٥٠ - ١٩٨٦ . لا شك ان الانتاج قد ارتفع بشكل هائل خلال تلك الفترة ليبلغ حوالي ٢٠ بليون برميل سنة ١٩٨٦ (٥٤ر٨ مليون برميل في اليوم) مقارنة مع ٣ر٨ بليون برميل (١٠ر٤ مليون برميل يوميا) سنة ١٩٥٠ . ولمتابعة تطور الانتاج في المناطق الجغرافية المختلفة للفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥ نستعرض الجدول (٥ - ٥) . من اللافت للنظر في الجدول المذكور تنامي انتاج جميع مناطق العالم باستثناء الشرق الأوسط خلال الفترة المذكورة . فقد وصل انتاج الشرق الأوسط ذروته سنة ١٩٧٧ وبدأ بالهبوط بعد ذلك ليصل الى أقل من نصف هذه الكمية سنة ١٩٨٥ . ويلاحظ أيضا ارتفاع انتاج دول اوروبا الغربية من النفط بشكل حاد وهي تمثل حصيلة الانتاج في دول بحر الشمال (بريطانيا والنرويج) بشكل رئيسي .

نشير أخيرا الى ان الانتاج النفطي في الولايات المتحدة قد استمر على معدلاته السابقة مع التذبذب بشكل محدود . هذا ويوضح جدول (٥ - ٦) توزيع انتاج النفط في العالم حسب أهم الدول وذلك لسنة ١٩٨٦ . من الملاحظ ان الاتحاد السوفيتي يأتي في مقدمة أهم الدول المنتجة للنفط تتبعها الولايات المتحدة والمملكة العربية السعودية . ويوضح هذا الجدول بجلاء مدى تركز الامدادات النفطية في الدول النامية والتي يشكل استهلاكها جزءا يسيرا من مجمل انتاجها .

نستعرض أخيرا جدول (٥ - ٧) الذي يبين حجم استهلاك العالم من النفط الخام وفق المجموعات الدولية المختلفة مقارنة مع الانتاج الكلي فيها وذلك للفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٦ . وقد امتاز الاستهلاك بنموه في الجزء الأول من الفترة المذكورة حيث وصل الى حوالي ٦٤ر٤ مليون برميل يوميا سنة ١٩٧٩ مقارنة مع ٥٦ر٣ مليون برميل يوميا سنة ١٩٧٣ مع العلم ان هذه الفترة شهدت ارتفاع اسعار النفط بمعدلات عالية جدا . هذا وقد تراجع الاستهلاك بعد ذلك بشكل حاد بسبب التطورات السعرية الثانية التي أصابت السوق النفطية خلال

جدول (٥ – ٥) : تطور انتاج العالم من النفط الخام حسب المناطق، ١٩٦٥ - ١٩٨٥.

(مليون برميل / يوم)

المنطقة	١٩٦٥	١٩٦٩	١٩٧٣	١٩٧٧	١٩٧٩	١٩٨١	١٩٨٣	١٩٨٥
أمريكا الشمالية	٨٫٦٢	١٠٫٣٦	١٠٫٩٨	٩٫٥٧	١٠٫٠٥	٩٫٧٨	١٠٫٠٣	١٠٫٣٤
أمريكا اللاتينية	٤٫٦١	٥٫١١	٥٫١٩	٤٫٥١	٥٫٢٦	٥٫٩٤	٦٫٠٧	٦٫١٦
أوروبا الغربية	٠٫٤٣	٠٫٤٥	٠٫٤٥	١٫٤٢	٢٫٢٩	٢٫٦٨	٣٫٤٤	٣٫٧٥
الشرق الأوسط	٨٫٣٦	١٢٫٣٧	٢١٫١٥	٢٢٫٢٠	٢١٫٥٣	١٥٫٦٢	١١٫١٤	١٠٫٣٢
افريقيا	٢٫٢٢	٥٫٠٧	٥٫٩٢	٦٫٢٥	٦٫٦٤	٤٫٦٨	٤٫٥١	٤٫٨٣
آسيا والشرق الأقصى	٠٫٦٦	٠٫٩٢	٢٫١٢	٢٫٢٦	٢٫٤٤	٢٫٣٧	٢٫٣٧	٢٫٥٥
أوقيانوسيا	٠٫٠١	٠٫٠٤	٠٫٣٩	٠٫٤٥	٠٫٤٥	٠٫٣٧	٠٫٤٣	٠٫٥٩
دول التخطيط المركزي	٥٫٣٢	٧٫٢٥	٩٫٥٩	١٣٫٢١	١٤٫١٧	١٤٫٥٩	١٤٫٨١	١٤٫٨٥
العالم	٣٠٫٢٢	٤١٫٥٧	٥٥٫٨٠	٥٩٫٨٦	٦٢٫٨٢	٥٦٫٠٣	٥٢٫٨٠	٥٣٫٣٩

المصدر : التقرير الاحصائي للأوبك، جدول ١٤، ص ١٥، منظمة الأقطار المصدرة للنفط، ١٩٨٤.

- Oil and Gas Journal, March 10, 1986.

جدول (٥ - ٦) : انتاج النفط في أهم عشرين دولة، ١٩٨٦ . (مليون برميل / يوم)

الدولة	الانتاج[1]
الاتحاد السوفيتي	١٢٫١١
الولايات المتحدة	٨٫٩٥
السعودية	٤٫٣٠
بريطانيا	٢٫٦٧
الصين	٢٫٥٠
المكسيك	٢٫٣١
ايران	١٫٩٩
العراق	١٫٦٩
فنزويلا	١٫٥٦
نيجيريا	١٫٤٨
كندا	١٫٣٧
الامارات العربية	١٫٣٥
اندونيسيا	١٫٣٣
الكويت	١٫٢٣
ليبيا	٠٫٩٨
مصر	٠٫٨٠
النرويج	٠٫٧٢
البرازيل	٠٫٥٨
الجزائر	٠٫٥٨
عمان	٠٫٥١
العالم	٥٤٫٩٤

المصدر : Oil and Gas Journal, March 10, 1986

ملاحظة (١) : الانتاج حسب معدل اربعة شهور (يناير الى ابريل ١٩٨٦).

١٩٧٩ / ١٩٨٠ . ومما لا شك فيه ان تراجع استهلاك العالم من النفط يعتبر تطورا مهما حيث لم يسبق أن حدث ذلك منذ بدء استخدام النفط بشكل تجاري ابتداء من نهاية القرن التاسع عشر.

وتجدر الاشارة هنا الى ان انخفاض الاستهلاك كان متركزا بشكل أساسي في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية التي حافظت على حجم استهلاكها عند ٣٣ر٧ مليون برميل يوميا سنة ١٩٨٦ مقارنة مع ٣٩ر٧ م ب / ي سنة ١٩٧٣. أما الدول الاخرى فقد زادت جميعها من اجمالي استهلاكها في غضون تلك الفترة. وقد أسهم هذا التحول في أنماط الاستهلاك في انخفاض حصة دول منظمة التعاون من ٧٠ر٦٪ الى ٥٦ر٨٪ من اجمالي استهلاك العالم في الفترة ١٩٧٣ / ١٩٨٦ ، في حين ارتفعت حصة الدول النامية بشكل كبير لتصل الى ٢٥ر٦٪ من اجمالي استهلاك العالم سنة ١٩٨٦.

وعند مقارنة الاستهلاك في المجموعات الدولية مع الانتاج فيها، نلاحظ من جدول (٥ - ٧) ان دول منظمة التعاون تعاني عجزا في توفير احتياجاتها من النفط داخليا. ولذلك فهي من أهم الدول المستوردة للنفط في العالم. وتنعكس هذه الصورة عند مقارنة استهلاك وانتاج الدول النامية، حيث يتضح ان هذه الدول تمتلك فائضا من النفط لكونها تنتج ما نسبته ٤٩ر٧٪ من الانتاج العالمي في حين استهلكت ٢٥ر٦٪ من استهلاك العالم سنة ١٩٨٦. ويتركز هذا الفائض الانتاجي بشكل أساسي في مجموعة دول الأوبك حيث تحوز على ٣٠ر٩٪ من الانتاج الكلي في حين تستهلك ما نسبته ٥ر٧٪ من الاستهلاك العالمي. أما الدول النامية خارج الاوبك فانها تعاني عجزا حيث يقل انتاجها عن مستوى استهلاكها. وأخيرا، تتمتع الدول الأخرى وهي من منظومة الدول الاشتراكية بفائض صغير في امداداتها النفطية. نخلص من هذا التحليل ان الدول الأعضاء في الأوبك يليها بفارق كبير الدول الاشتراكية هي المصدر الرئيسي للصادرات النفطية في حين شكل دول منظمة التعاون الاقتصادي والدول النامية أهم المناطق المستوردة للنفط في العالم.

جدول (٥ – ٧) : انتاج واستهلاك العالم من النفط، ١٩٧٣ – ١٩٨٤ .

	١٩٧٣		١٩٧٩		١٩٨٣		١٩٨٦	
	م ب/ي	٪	م ب/ي	٪	م ب/ي	٪	م ب/ي	٪
الاستهلاك الكلي	٥٦ر٣	١٠٠	٦٤ر٤	١٠٠	٥٨ر٠	١٠٠	٥٩ر٣	١٠٠
منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	٣٩ر٧	٧٠ر٦	٤٠ر٨	٦٣ر٣	٣٢ر٩	٥٦ر٧	٣٣ر٧	٥٦ر٨
الدول النامية	٨ر٨	١٥ر٦	١٣ر٢	٢٠ر٥	١٤ر٤	٢٤ر٨	١٥ر٢	٢٥ر٦
الأوبك (١)	١ر٠	١ر٧	٢ر٢	٣ر٤	٣ر١	٥ر٣	٣ر٤	٥ر٧
غير الأوبك (٢)	٧ر٨	١٣ر٩	١١ر٠	١٧ر١	١١ر٣	١٩ر٥	١١ر٨	١٩ر٩
الدول الأخرى (٣)	٧ر٨	١٣ر٩	١٠ر٤	١٦ر٢	١٠ر٧	١٨ر٥	١٠ر٤	١٧ر٥
الانتاج الكلي	٥٨ر٢	١٠٠	٦٥ر٧	١٠٠	٥٦ر٧	١٠٠	٥٨ر٠	١٠٠
منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	١٣ر٨	٢٣ر٧	١٤ر٧	٢٢ر٣	١٥ر٧	٢٧ر٧	١٦ر٨	٢٩ر٠
الدول النامية	٣٥ر٤	٦٠ر٨	٣٨ر٨	٥٩ر١	٢٨ر٢	٤٩ر٧	٢٨ر٨	٤٩ر٧
الأوبك (١)	٣١ر١	٥٣ر٤	٣١ر٥	٤٨ر٠	١٨ر٦٠	٣٢ر٨	١٧ر٩	٣٠ر٩
غير الأوبك (٢)	٤ر٣	٧ر٤	٧ر٣	١١ر١	٩ر٦	١٦ر٩	١٠ر٩	١٨ر٨
الدول الأخرى (٣)	٩ر٠	١٥ر٥	١٢ر٢	١٨ر٦	١٢ر٨	٢٢ر٦	١٢ر٤	٢١ر٤

المصدر : International Monetary Fund, World Economic Outlook, Washington, April 1986, P. 149.

ملاحظات : م ب / ي تعني مليون برميل / اليوم.

(١) ما عدا الاكوادور وغابون ويشمل عمان.

(٢) يشمل الصين والاكوادور ودولا نامية اخرى مصدرة وغير مصدرة للنفط.

(٣) الاتحاد السوفيتي واوروبا الشرقية وجمهورية كوريا الشعبية وكوبا وانغولا وبروني.

مراجع الفصل الخامس

- Joseph P. Riva, Jr., World Petroleum Resources and Reserves, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.
- Manfred Grathwohl, World Energy Supply; Resources, Technologies and Perspectives, Walter de Gruyter & Co., Berlin, Germany, 1982.
- Fereidun Fesharaki and David T. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.
- David J. Rose, Learning about Energy, Plenum Press, New York, U.S.A., 1986.
- Diana Schumacher, Energy: Crisis or Opportunity, McMillan Publishers Ltd., England, 1985.
- James G. Speight, The Chemistry and Technology of Petroleum, Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A., 1980.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.
- B.D. Berger and K.E. Anderson, Modern Petroleum: A Basic Primer of the Industry, PennWell Publishing Company, Tulsa, U.S.A., 1981.

- محمد ازهر السماك وزكريا عبدالحميد باشا، دراسات في اقتصاديات النفط والسياسة النفطية، جامعة الموصل، العراق، ١٩٧٩ .
- محمود سيد امين، الكشف عن البترول وحفر آباره، في دراسات مختارة في الصناعة النفطية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، ١٩٧٩ .
- حسين عبدالله، اقتصاديات البترول، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٨٦ .

الفصل السادس

الصناعات النفطية اللاحقة: صناعة نقل النفط الخام

(Downstream Activities: Oil Transporatation)

أ - تمهيد : صناعة نقل النفط .

ب - وسائط نقل النفط :

(ب - ١) نقل النفط بواسطة الأنابيب .

(ب - ٢) نقل النفط بواسطة الناقلات البحرية .

ج - التطورات في سوق الناقلات بعد سنة ١٩٧٣ .

د - تطور تجارة النفط الخام في العالم .

- المراجع .



أ – تمهيد : صناعة نقل النفط

لقد واكبت صناعة نقل النفط الخام التطورات في الصناعة النفطية وتأثرت بالعوامل السياسية والاقتصادية والاستراتيجية التي تتحكم في هذه الصناعة وتجارتها. ولقد مرت هذه الصناعة بمراحل عديدة خلال تطورها ابتداء من التغيرات في انماط النقل الى تغيرات في الظروف الاقتصادية السائدة فيها. وسنستعرض في هذا الفصل طرق نقل النفط الخام الرئيسية وهي الأنابيب والناقلات البحرية. ونتطرق بعد ذلك الى الحديث عن تطور صناعة الناقلات تاريخيا والوضع الحالي في سوق الناقلات. ولعل من المناسب قبل الشروع في التحليل أن نشير بايجاز الى اهمية صناعة نقل النفط.

تنبع أهمية هذه الصناعة من كونها حلقة الوصل بين مراكز الانتاج والاستهلاك للنفط الخام. فالتوزيع الجغرافي المتميز للنفط حيث تتركز مناطق انتاجه في الدول النامية والكتلة الشرقية بينما تشكل الدول الصناعية الغربية مثل امريكا الشمالية وأوروبا الغربية وأخيرا دول اوقيانوسيا مراكز الاستهلاك الأساسية مما يعطي هذه الصناعة بعدا اقتصاديا وسياسيا هاما، انظر الجدولين (٥ – ٦) و(٥ – ٧). وحيث أن الدول الغربية تهافتت في السابق على النفط لاستخدامه مصدرا للطاقة (وقود) ومادة أولية (لقيم) في عدد كبير من الصناعات فإن التجارة النفطية العالمية توسعت بشكل كبير حتى باتت تشكل نسبة كبيرة من قيمة التجارة الدولية بلغت حوالي ١٨٪ سنة ١٩٨٣. وتبعا لازدياد اهمية تجارة النفط الدولية فان صناعة نقل النفط اكتسبت بدورها اهمية كبرى لكونها ملازمة لهذه التجارة.

ب - وسائل نقل النفط

ان وسائط نقل النفط عديدة، فهناك الانابيب بأنواعها المختلفة (محلية، دولية) وكـذلـك الناقلات البحرية. وتستخدم هذه الوسائط حسب الظروف الاقتصادية والسيـاسيـة السـائـدة في منـاطق العالم. وسنتناول فيما يلي وسائط نقل النفط الخام الـرئيسيـة وهي الأنـابيب والنـاقلات البحرية. وسيقتصر التحليل في هذا الفصل على وسائط نقل النفط الخام فقط مما يعني استثناء الوسائط المرتبطة بنقل المنتجات النفطية وغاز النفط المسال والغاز الطبيعي المسال وأخيرا الكيماويات النفطية.

(ب - ١) نقل النفط بواسطة الأنابيب (Oil Pipelines):

تستخـدم الأنـابيب لنقـل النفـط الخـام ومشتقاته الى مراكز الاستهلاك وذلك بواسطـة عمليـة ضخ هذه السـوائـل من مراكز الانتاج الى نقاط الاستهلاك. وقد استخدمت خطوط الأنابيب لنقل النفط منذ زمن طويل، فقد كان يتم ضخ النفط الخام عبر الأنابيب في الولايات المتحدة منذ سنة ١٨٥٩ ولمسافات قصيرة. وانتشر استخدام الأنابيب في الولايات المتحدة بشكل مكثف فيما بعد ذلك التاريخ. أما في أوروبا فلم تستخدم الانابيب حتى نهاية الحرب العالمية الثانية حيث بدأ استخدام الأنـابيب يتـزايد بسبب نمو استهلاك النفط بمعدلات عالية مما جعل الطلب على وسـائـل النقـل يشتـد. وقـد كان للشـركـات النفطية الحكومية والأخرى بعد عام ١٩٥٢ دور فعال في انتشار خطوط الأنابيب في الدول المنتجة والمستهلكة من خلال تمويـل الخطـوط أو امتلاكها لجزء كبير منها. ويمكننا القول ان صناعة مد الأنابيب قد حققت نجـاحـا كبـيرا في تطـوير التكنولوجيا المتعلقة بها حيث استطاعت زيادة أطـوال وأقطـار خطـوط الأنـابيب بالاضـافـة الى التغلب على المعـوقات الاخرى كالظروف البيئية الصعبة في المناطق المتجمدة والبحار والجبال.

ويمكن تقسيم خطـوط الأنـابيب الى نوعـين أسـاسيـين: الأنـابيب المحليـة والانابيب الدولية. فالخطوط المحلية هي التي تخدم المناطق الداخلية في دولة معينة حيث تستخدم لنقل النفط من مراكز التجمع الى مرافق التصدير أو التخزين أو من

موانىء الاستيراد الى معامل التكرير. وهذه الأنابيب لا تنافس وسائط نقل النفط الاخرى كالناقلات البحرية إلا في حالات قليلة حيث تختصر المسافات من خلال نقل النفط من نقطة الى اخرى في دولة معينة ويعتبر خط سومد مثالا على هذا النوع من الخطوط حيث ينقل النفط من البحر الاحمر الى البحر الابيض المتوسط عبر مصر مختصرا بالتالي المسافة للناقلات. أما الأنابيب الدولية وهي التي تتعدى حدود الدول وتمتد عبر مناطق جغرافية واسعة فانها تعتبر منافسة للناقلات البحرية. ومن امثلة هذا النوع من الأنابيب نذكر خطوط الانابيب المنتشرة بين دول اوروبا الغربية مثل خط «سيبل» الذي يمتد من جنوب فرنسا على البحر الابيض المتوسط الى المانيا وطوله حوالي ١٠٧٠ كيلومترا وطاقته ١ر٢ مليون برميل / اليوم. كذلك هناك خط «تال» الذي يمتد من ميناء «تريست» الايطالي على البحر الابيض المتوسط الى المانيا الغربية ايضا عبر جبال الالب ويبلغ طول هذا الخط ٤٢٠ كيلومترا وطاقته الاجمالية ١٨٠ الف برميل / اليوم. أما في الشرق الاوسط فهناك خطوط انابيب النفط الممتدة من مدينة كركوك العراقية الى بانياس في سوريا ومنها الى ميناء درتيول التركي ويبلغ طول الخط الاول حوالي ٨٨٠ كيلومتر وطاقته حوالي ١ر٥ مليون برميل / اليوم في حين بلغت طاقة الخط الثاني (عبر تركيا) عند انشائه في سنة ١٩٧٧ حوالي ٥٠٠ الف برميل / اليوم. وهناك ايضا خط التابلاين الممتد من السعودية الى البحر الابيض المتوسط عند مدينة صور وطول الخط ١٢٠٠ كيلومتر وطاقته حوالي ٥٠٠ الف برميل / اليوم. أما في الولايات المتحدة فهناك خط انابيب الاسكا الذي يربط ميناء برودو (Prudhoe Bay) في الجزء الشمالي من الولايات المتحدة بمنطقة فالديز. وقد انتهى العمل به سنة ١٩٧٧ بتكلفة تقدر بحوالي سبعة بلايين دولار ويبلغ طوله حوالي ٨٠٠ ميل وطاقته حوالي ١ر٥ مليون برميل / اليوم. ويعتبر هذا الخط من اكثر خطوط الأنابيب تعقيدا من حيث التكنولوجيا المستخدمة ويرجع السبب في ذلك الى الظروف الجوية والجغرافية التي يمر فيها كالجبال والأنهار والثلوج بالاضافة الى التغيرات الشديدة في درجات الحرارة التي تصل الى حوالي ٦٠ درجة فهرنهايت تحت الصفر.

أمـا بالنسبـة للخطـط المستقبلية لبناء خطوط الأنابيب فان هناك عددا كبيرا من الدول التي وضعت مخططات البناء ولكن عددا محدودا منها وضع هذه المخططات قيد التنفيذ. ويبين جدول (٦ - ١) بعض الدول التي وضعت بعض خططها قيد التنفيذ.

جدول (٦ - ١) : خطوط انابيب النفط الخام العالمية قيد التنفيذ حسب الدول، ١٩٨٢.

الدولـــة	مجموع الخطوط (ميـل)
الجزائــر	٣٩٣
البرازيــل	٥١
شيلـــي	١٦
كولومبيـا	٥٠
كويـــت	٣٥
ليبيـــا	٤٨١
عمـــان	٢٧١
بنمـــا	٧٨
السعوديـة	١٥٥
اسبانيـــا	٣٧
فنزويـــلا	١٢٢

المـصـــدر : The World Petroleum Industry, Stuart Sinclair, Pages 335-6, Table 54, Euromonitor Publications Ltd., 1984.

ويـذكـر ان صنـاعة نقل النفط بالأنابيب تتميز بكونها ذات تكلفة ثابتة عالية في حين تكـون التكلفـة التشغيليـة منخفضة. كذلك فانها تعتبر من الصناعات ذات

التقنيـة العـاليـة خصـوصـا خطـوط الأنـابيـب التي تمـر في مناطق جغرافية وعرة. وتتميـز خطـوط الأنابيب ايضا بقدرتها على نقل انواع مختلفة من النفوط والمنتجات دون امتـزاجهـا مما يعطيهـا نوعـا من المرونة في الاستخدام الا ان ارتباطها بمناطق معينة يقلل من مرونتها. ونظرا لوجودها تحت سطح الارض في معظم الاحيان فان احتـمالات تعـرضها للخطر أقل. ويجب التأكيد أخيرا بالقول ان استخدام خطوط الأنـابيب الـدولية يكون اقتصاديا في المناطق المتميزة بالاستقرار السياسي حيث ان ارتفـاع تكلفتهـا الثـابتة يتطلب التشغيل المستمر لها وهذا ما لا يتاح عادة في المناطق غير المستقرة سياسيا.

(ب - ٢) نقل النفط بواسطة الناقلات البحرية (Oil Tankers) :

تعتبر الناقلات من الخصائص المرافقة للصناعة النفطية، حيث ان الجزء الاكبر من تجارة النقـل البحـري مخصص لنقـل النفـط. ويوضح جدول (٦ - ٢) حجم ونسبـة تجارة النفـط ومنتجـاته الى مجموع التجارة (بوحدات طن - ميل). نستنتج من الجـدول مدى أهميـة تجارة نقـل النفـط حيث شكلت نسبـة كبـيرة من مجمـوع التجـارة، أي حوالي ٤٩٪ سنـة ١٩٨٢. هذا مع العلم ان الأهميـة النسبيـة قد انخفضت في عقـد السبعينـات بسبب التطورات في السوق النفطية وما رافقتها من تغيرات اساسية في الطلب على النفط.

ومن المعروف ان اهمية نقل النفط ازدادت بعد اكتشاف مصادر الانتاج الرئيسية في الشـرق الأوسـط مثـل ايـران سنة ١٩٠٨ والعراق سنة ١٩٢٧ بسبب بعد مراكز الانتاج عن مراكز الاستهلاك. وقد كانت الشركات النفطية تسيطر بشكل مباشر أو غير مباشر على سوق النقل خلال الفترة الطويلة التي سبقت انتقال ملكية الموارد النفطيـة الى الـدول المنتجـة سنـة ١٩٧٣. وحيث ان الشـركات النفطية كانت في الفـترة ما قبـل ١٩٥٠ تنشيء المصـافي في الـدول المنتجـة وبـالتـالي كانت تجارة المنتجـات هي السـائـدة لذا فقد شاع استخدام الناقلات الصغيرة التي لا تتعدى احجامها ١٥,٠٠٠ طن سـاكن (Dead - Weight Tonnage).

جدول (٦ - ٢) : تجارة النقل البحري، ١٩٧١ - ١٩٨٢.
(بليون طن - ميل)

السنة	النفط الخام	منتجات النفط	مجموع النفط	مجموع التجارة	نسبة النفط للمجموع
١٩٧١	٦٥٥٥	٩٠٠	٧٤٥٥	١١٧٣٠	٪ ٦٤
١٩٧٥	٨٨٨٥	٨٤٥	٩٧٣٠	١٥٣٦٦	٪ ٦٣
١٩٨٠	٨٣٨٥	١٠٢٠	٩٤٠٥	١٦٧٧٧	٪ ٥٦
١٩٨١	٧٣٧١	١٠٠٠	٨٣٧١	١٥٨٤٠	٪ ٥٣
١٩٨٢	٦٠٤٥	٩٢٠	٦٩٦٥	١٤١٩٠	٪ ٤٩
معدل التغير ٨١ / ١٩٨٢	- ١٨ ٪	- ٨ ٪	- ٨ ٪	- ١٠ ٪	

المصدر : The World Petroleum Industry, Stuart Sinclair, Page 337, Table 55, Euromonitor Publications Ltd., 1984.

ولم تظهر الحاجة للناقلات الكبيرة الا بعد نمو الطلب على النفط في الدول الصناعية الغربية بمعدلات عالية (حوالي ٩٪ سنويا) خلال الفترة ما بعد الحرب العالمية الثانية وبداية خطة مارشال لاعادة تعمير اوروبا الغربية واليابان. وقد ساعد على زيادة معدلات النمو في الطلب على الناقلات النفطية وتوجه الصناعة نحو الأحجام الكبيرة عدة عوامل سياسية واقتصادية سوف نذكرها لاحقا. ويبين الشكل (٦ - ١) التطورات التي حدثت في احجام الناقلات منذ سنة ١٩٤٥ الى ١٩٧٥.

إن الاحداث المؤثرة في صناعة نقل النفط منذ نهاية الحرب العالمية الثانية عديدة نذكر فيما يلي أهم سبعة منها:

أولا: تحول سياسات الشركات النفطية التي كانت تبني المصافي قرب مراكز الانتاج الى بنائها في مراكز الاستهلاك خصوصا بعد عام ١٩٥١ بسبب محاولة تأميم النفط في ايران. فقد قامت الشركات النفطية منذ ذلك الحين بتبني استراتيجية تعتمد على تعدد مناطق الانتاج مما يعطيها المرونة الكافية عند ضرورة التحول من منطقة الى اخرى لمواجهة الظروف السياسية السائدة في ذلك الحين. وتبعا لذلك فقد حدث تحول مهم في التجارة البحرية من المنتجات النفطية الى النفط الخام.

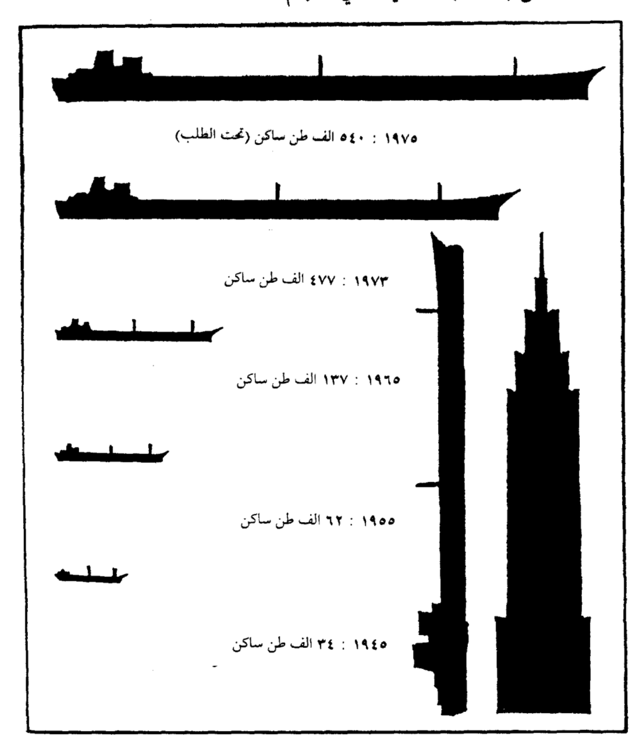
ثانيا: اغلاق قناة السويس سنة ١٩٥٦ بسبب حرب السويس التي نجمت عن الاعتداء الثلاثي على مصر اثر صدور قرارات التأميم. وقد أدى ذلك الى زيادة مخاوف الدول الغربية من احتمال تكرار غلق القناة في المستقبل وما يترتب على ذلك من انقطاع الامدادات النفطية الى اوروبا. ونتيجة لذلك ازداد الطلب على الناقلات الكبيرة التي تستطيع الابحار عن طريق رأس الرجاء الصالح. كذلك تم تشجيع الدول على بناء المنشآت الضرورية لاستقبال هذه الناقلات نظرا لارتفاع تكاليف النقل بالناقلات الصغيرة.

ثالثا: الحرب العربية - الاسرائيلية سنة ١٩٦٧ واغلاق قناة السويس لفترة طويلة أدت الى تنشيط الطلب على الناقلات الكبيرة مرة اخرى وزيادة الطلبيات عليها وذلك بسبب تغير مسار التجارة الدولية نحو رأس الرجاء الصالح ولمدة طويلة نسبيا.

أما الأسباب الاقتصادية المسؤولة عن نمو الطلب على الناقلات وزيادة احجامها بشكل مضطرد فيمكن تلخيصها بالآتي :

رابعا: ثبات اسعار النفط الخام الجارية (وانخفاضها من حيث القيمة الثابتة أو الحقيقية) لفترة طويلة جدا وذلك من سنة ١٩٤٥ الى ١٩٧٢ جعل الطلب على النفط ينمو بحدة في جميع انحاء العالم وخصوصا في الدول الصناعية الغربية. وقد كانت الصادرات تشبع نسبة كبيرة من هذا النمو في الطلب. فقد بلغت نسبة

شكل (٦ - ١) : التغيرات في احجام الناقلات، ١٩٤٥ - ١٩٧٥.



المـــصـــدر: Modern Petroleum, Bill Berger and Kenn Anderson, Chapter 9, Page 141, Figure 9 - 3 .

الصـادرات في الاستهـلاك العـالمي خلال سنـة ١٩٦٣ حوالي ٤٧٪ بعد ان كانت حوالي ٣٦٪ سنـة ١٩٥٣ . وقـد كان دخـول الولايات المتحدة الى السوق النفطية كمستورد في منتصف الستينات بسبب انخفاض انتاجها وارتفاع استهلاكها بحدة أحـد أسبـاب استمرار النمو في الطلب على النفط بحيث وصلت نسبة الصادرات في الاستهلاك العالمي حوالي ٦١٪ سنة ١٩٧٣ .

خامسا : تميزت صناعة نقل النفط بالناقلات بظاهرة اقتصاديات الحجم وذلك لجميع مكونات التكاليف مثل الصيانة والوقود والتأمين والتكاليف الرأسمالية . لذلك فان تكلفـة الطن الـواحـد من الحمـولـة تنخفض مع زيـادة حجم النـاقلة (متـوسـط التكلفـة الكليـة ينخفض مع زيـادة الحمـولـة) . وأدت هذه الميـزة الى تزايـد الطلب على الناقلات الضخمة خصوصا وان تكلفة الوقود كانت منخفضة جدا حتى سنة ١٩٧٢ .

سادسا : كذلك كان من اسباب اقبال العالم على الناقلات الكبيرة اعتماده المتزايد على النفـط المنتـج من المنـاطق البعيـدة وذلك لظهور منتجي الخليج كمصدر مهم للنفط بدلا من فنزويلا . ولكن هذا العامل لم يكن حاسما في البداية وذلك لاعتماد العـالم حينـذاك على قنـاة السـويس التي لم تسمـح بمـرور سفن تتجـاوز حمولتهـا ٥٠ الف طن ساكن . إلا أن اقفـال قنـاة السويس خلال ١٩٥٦ و١٩٦٧ كما سبق ذكره جعل من الضروري بناء الناقلات الكبيرة للعبور حول رأس الرجاء الصالح .

سابعا : لقد كان لسيطرة الشركات الكبرى على سوق الناقلات خلال الفترة قبل سنـة ١٩٧٠ أثـر كبـير في بنـاء النـاقـلات الضخمـة (Very Large Crude Carriers) والعمـلاقـة (Ultra Large Crude Carriers) . ويـرجـع السبب في ذلـك الى ان الشـركـات كانت تبرمـج انتـاجهـا وبالتالي تنظم عمليات النقل مما يزيد من كفاءة تشغيـل النـاقـلات ويقلل من احتـمالات التأخـير وبـالتـالي تحافـظ على تكاليف التشغيل عند مستويات منخفضة مما يزيد من جاذبية الناقلات الكبيرة .

ويجب الاشارة هنا الى ان التوسع في استخدام الناقلات الضخمة (VLCC) والعملاقة (ULCC) لا يعني التخلي عن الناقلات الصغيرة وذلك لاستمرار الحاجة اليها للموانيء الضحلة. وحيث ان الناقلات الكبيرة تتطلب عمقا يصل الى ٧٠ قدما وهذا لا يتوافر في معظم دول العالم فان هناك وسائل اضافية (حاملات صغيرة أو جزرا صناعية) تستخدم لنقل النفط من الناقلات الضخمة الى الموانيء. كذلك فان الناقلات الصغيرة ضرورية للشحنات الصغيرة المتوجهة للمناطق القريبة من مراكز الانتاج.

أما التغيرات في حجم الأسطول العالمي من الناقلات (World Tanker Fleet Size) فانها تعكس الوضع السائد في السوق النفطية. فقد نما الاسطول العالمي من الناقلات بمعدل مرتفع لفترة طويلة من الزمن (١٩٤٥ - ١٩٧٦) وذلك للأسباب السابق ذكرها. ولكن حجم الاسطول بدأ بالانخفاض ابتداء من سنة ١٩٧٨ واستمر هذا الاتجاه حتى سنة ١٩٨٥. ويبين جدول (٦ - ٣) والشكل (٦ - ٢) تطور اسطول الناقلات العالمي. لا شك ان ابتداء انخفاض الحمولة الانتاجية من ٣٣٢٫٥ مليون طن ساكن سنة ١٩٧٧ الى حوالي ٢٤٦٫٨ مليون طن ساكن سنة ١٩٨٥ يرجع للتطورات السعرية في السوق النفطية منذ سنة ١٩٧٣. ويرجع السبب في عدم تطابق الانخفاض في الحمولة الاجمالية مع فترة انخفاض الطلب على النفط الى وجود عدد كبير من الطلبيات الجديدة على الناقلات مما يؤخر ملاحظة تأثيرات السوق النفطية على حجم الاسطول العالمي من الناقلات لعدد من السنين.

ويمكن تقسيم الاسطول العالمي من الناقلات حسب الْعَلَم (Flag) وحسب الملكية (Ownership). فأما بالنسبة للتقسيم حسب الْعَلَم فان عَلَمَ دولة ليبيريا يشكل اكبر نسبة (حوالي ٢٦٪) وذلك لأن اجراءات التسجيل للناقلات في تلك الدولة سهلة والرسوم المفروضة اقل بكثير من معظم دول العالم الاخرى، انظر جدول (٦ - ٤). كذلك من الواضح ان الدول الغربية الصناعية تحوز فيما بينها

جدول (٦ - ٣) : تطور حجم اسطول الناقلات العالمي، ١٩٧٤ - ١٩٨٥.
(مليون طن ساكن)

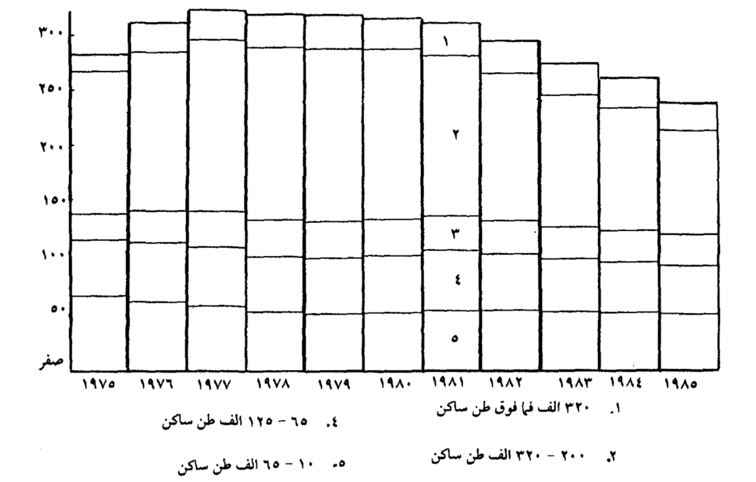
السنة	حجم الأسطول	نسبة النمو (٪)
١٩٧٤	٢٥٥ر٨	-
١٩٧٥	٢٩١ر٤	١٣ر٩
١٩٧٦	٣٢٠ر٧	١٠ر١
١٩٧٧	٣٣٢ر٥	٣ر٧
١٩٧٨	٣٢٨ر٥	- ١ر٢
١٩٧٩	٣٢٧ر٩	- ٢ر
١٩٨٠	٣٢٤ر٨	- ٩ر
١٩٨١	٣٢٠ر٢	- ١ر٤
١٩٨٢	٣٠٣ر٧	- ٥ر١
١٩٨٣	٢٨٣ر٢	- ٦ر٧
١٩٨٤	٢٦٩ر٧	- ٤ر٨
١٩٨٥	٢٤٦ر٨	- ٨ر٥

المصدر : BP Statistical Review of World Energy, June 1985 & 1986.

على حصة مرتفعة من الناقلات المسجلة فيها. هذا وتأتي الدول الاشتراكية في المؤخرة من حيث حصتها في الناقلات المسجلة في العالم.

وبالنسبة لملكية الأسطول العالمي من الناقلات فان جدول (٦ - ٥) يبين التقسيم سنة ١٩٨٤. يتضح من الجدول ان الملاك المستقلين يحوزون نسبة مرتفعة من اجمالي حمولة الاسطول العالمي (حوالي ٥٧ر٧٪) في حين تمتلك شركات النفط ما نسبته ٣٨ر٢٪. أما الحكومات فتملك نسبة ضئيلة جدا لا تستحق الذكر. وتجدر الاشارة بأن هناك اختلافا كبيرا بين ملكية الناقلة والجهة المسيطرة عليها من

شكل (٦ - ٢) : تطور الأسطول العالمي من الناقلات، ١٩٧٥ - ١٩٨٥.
(مليون طن ساكن)



١. ٣٢٠ الف فما فوق طن ساكن
٢. ٢٠٠ - ٣٢٠ الف طن ساكن
٣. ١٢٥ - ٢٠٠ الف طن ساكن
٤. ٦٥ - ١٢٥ الف طن ساكن
٥. ١٠ - ٦٥ الف طن ساكن

المصدر: BP Statistical Review of World Energy, British Petroleum, June 1986.

جدول (٦ - ٤) : اسطول الناقلات حسب العلم، ١٩٨٥

الدولـــة	مليون طن ساكـن	النسبة الى المجموع (٪)
ليبريـا	٦٣٫٠٠	٢٥٫٦
بنمـــا	١٦٫٨	٦٫٨
الولايات المتحدة	١٥٫٢	٦٫٢
فرنســا	٥٫٦	٢٫٣
اليونـــان	١٨٫٣	٧٫٤
النرويـــج	٨٫٥	٣٫٤
المملكـة المتحـدة	١٢٫٤	٥٫٠
اوروبا الغربية	٣٣٫١	١٣٫٤
اليابـــان	٢٣٫٣	٩٫٤
اخـــرى	٤٠٫٢	١٦٫٣
الدول الاشتراكية	١٠٫٤	٤٫٢
العالـــم	٢٤٦٫٨	١٠٠٫٠

المـــصـــدر : BP Statistical Review of World Energy, June 1986, Page 20.

ملاحظة : قد لا يكون مجموع النسب مساويا ١٠٠٪ بسبب التقريب.

جدول (٦ - ٥) : ملكية الأسطول العالمي من الناقلات، ١٩٨٤.

الجهـة المالكـة	عدد الناقلات	الحمولة (مليون طن ساكن)	النسبة للمجموع (٪)
الملاك المستقلون	١٦٨٤	١٥٩٫٣	٥٧٫٧
شركات النفط	١٢٤٧	١٠٥٫٦	٣٨٫٢
الحكومـــات	٧٤	١٫٨	٠٫٧
متفرقـات	٥١	٩٫٤	٣٫٤
المجمـوع	٣٠٥٦	٢٧٦٫١	١٠٠

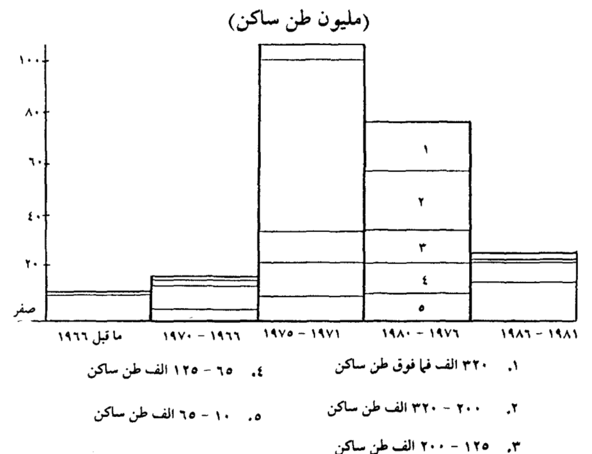
المصدر : التقرير السنوي للامين العام، منظمة الأوابك، ص ١٣٢، ١٩٨٤.

خلال عقود الاستخدام. لذلك فاننا لا نستطيع استخدام مؤشر الملكية للتدليل على مدى سيطرة الشركات النفطية على الناقلات. ولكن من المعروف ان الشركات النفطية تقوم باستئجار نسبة كبيرة من الناقلات من المالكين المستقلين لاستخدامها في عملياتها المختلفة جنبا الى جنب مع ناقلاتها الخاصة.

ويمكن القول ان تشكيل الأسطول العالمي من الناقلات هو نتاج الفترة حتى نهاية سنة ١٩٧٧، حيث انخفض معدل بناء الناقلات بحدة بعد تلك السنة. ويرجع السبب في التراجع الكبير في بناء الناقلات والتغيرات الهيكلية التي أصابت صناعة نقل النفط الى التطورات التي حدثت بعد سنة ١٩٧٣ كما سنوضح في الجزء التالي. ويبين جدول (٦ - ٦) والشكل (٦ - ٣) الاسطول العالمي من

شكل (٦ - ٣) : الأسطول العالمي من الناقلات حسب سنة البناء في نهاية سنة ١٩٨٥.

(مليون طن ساكن)



المصدر: BP Statisical Review of World Energy, British Petroleum, June 1986.

جدول (٦ - ٦) : تشكيل الأسطول العالمي من الناقلات حسب العمر والحمولة في نهاية ١٩٨٥ .

(مليون طن ساكن)

الحمولة	سنة البناء						
(ألف طن ساكن)	قبل ١٩٦١	٦١ - ٦٥	٦٦ - ٧٠	٧١ - ٧٥	٧٦ - ٨٠	٨١ - ٨٥	المجموع
١٠ - ٢٥	١ر٨	١ر٢	٢ر٣	٢ر٦	١ر٨	٢ر٦	١٢ر٣ (٥)
٢٥ - ٤٥	٢ر٣	١ر٨	١ر٤	٧ر١	٦ر٤	٦ر٨	٢٥ر٨ (١٠)
٤٥ - ٦٥	٠ر٦	٢ر٩	١ر٢	٠ر٦	٣ر٢	٦ر٥	١٥ر٠ (٦)
٦٥ - ١٢٥	١ر٠	١ر٤	٩ر٣	١٣ر٥	١٢ر٢	٧ر٩	٤٤ر٤ (١٨)
١٢٥ - ٢٠٠	-	-	٢ر٢	١٢ر١	١٢ر٨	١ر٣	٢٨ر٤ (١٢)
٢٠٠ - ٣٢٠	-	-	١ر٨	٦٧ر٠	٢٣ر٤	٢ر٧	٩٤ر٩ (٣٨)
٣٢٠ فأكثر	-	-	-	٦ر٤	١٩ر٢	٠ر٤	٢٦ر٠ (١١)
المجموع	٤ر٨ (٢)	٧ر٣ (٣)	١٨ر٢ (٧)	١٠٩ر٣ (٤٤)	٧٩ر٠ (٣٢)	٢٨ر٢ (١١)	٢٤٦ر٨ (١٠٠)

المصـــدر: BP Statistical Review of World Energy, June 1986.

ملاحظة: الأرقام بين قوسين تمثل النسبة الى المجموع (٪).

الناقلات حسب الحجم وسنة البناء وذلك في نهاية سنة ١٩٨٥ . ويتضح من الجدول ان الاسطول العالمي يتميز بحداثته، حيث ان حوالي ٢١٦٫٥ مليون طن ساكن من مجموع الاسطول (أي ما نسبته ٨٧٪ تقريبا) لم يمضي على بنائه اكثر من خمسة عشر سنة. نلاحظ ايضا ان هناك تحيزا كبيرا للناقلات الضخمة (VLCC) والعملاقة (ULCC) حيث ان حوالي ٤٩٪ من الاسطول العالمي (١٢٠٫٩ مليون طن ساكن) يقع في فئة الحجم ٢٠٠ الف طن فأكثر. ويدل ذلك على الاهمية النسبية الكبيرة للناقلات الضخمة والعملاقة. كذلك ينبغي الاشارة الى ان معظم الناقلات الكبيرة (٢٠٠ الف طن ساكن فأكثر) لم تظهر الا بعد سنة ١٩٦٧، وقد سبق وأن أشرنا الى الأسباب التي دعت الى هذا الاتجاه في حجم الناقلات.

أما بالنسبة لتشكيل اسطول الناقلات في دول الأوبك، انظر جدول (٦ - ٧)، فان الحمولة لا تتعدى ٣٫٧٪ من الحمولة الكلية في العالم. ويتميز الاسطول بحداثته حيث ان ٨٢٫٥٪ من الأسطول يقل عمره عن عشر سنوات. وذلك مؤشر واضح على ان دول الأوبك اتجهت لزيادة اسطولها خلال السنوات التالية لسنة ١٩٧٣، أي مباشرة مع بداية ارتفاع الأسعار في السوق النفطية وزيادة ايراداتها. أما بالنسبة لأنواع الناقلات فان من الملاحظ ان دول الأوبك تمتلك أسطولا يحوي جميع الاحجام وبنسب متقاربة.

ج - التطورات في سوق الناقلات بعد سنة ١٩٧٣

لقد كان للتطورات التي أصابت السوق النفطية في السبعينات وخصوصا بعد سنة ١٩٧٣ أثر كبير في التغيرات الهيكلية (Structural Changes) التي طرأت على صناعة الناقلات. وسوف نستعرض فيما يلي تلك التطورات ومن ثم التغيرات الهيكلية التي نتجت عنها. ان التطور الأساسي الذي حدث في السبعينات هو تحول ملكية الموارد النفطية من الشركات الى حكومات الدول المنتجة. وقد كان

من نتـائـج هذا التحول في الملكية ارتفاع اسعار النفط بحدة في نهاية سنة ١٩٧٣ . وقـد أدى هذا الارتفـاع في سعـر النفط الى تخفيض معدلات النمو في الطلب على النفط بشدة، الا ان التأثير في الصادرات كان أشد حيث لم تَنمْ الصادرات النفطية بل بقيت ثابتـة عنـد مستـوياتها السابقة . وقد كان دور حكومات الدول المستهلكة كبـيرا في تراجـع الطلب على النفط بسبب اتباعها سياسات المحافظة على الطاقة وفـرض الضـرائب وتشجيـع الانتاج المحلي قدر الامكان . ولقد سبق وأن أشرنا في جدول (٦ - ٢) الى تدهور نسبة تجارة النفط الى مجموع التجارة البحرية .

جدول (٦ - ٧) : تشكيـل اسطـول النـاقـلات في دول الأوبـك حسب الحمولة والعمر، ١٩٨٢ .

(الـف طـن سـاكـن)

العمر (سنوات)	الحمولة (الف طن ساكن)	صفر - ٤٩	٥٠ - ٧٩	٨٠ - ١٧٤	١٧٥ - ٢٩٩	٣٠٠ فأكبر	المجموع
صفر - ٥	العـدد	٢٣	٩	١٤	٣	٥	٥٤
	الحمولة	٥١٦	٦٤٢	٢٫٠٢٧	٨٠٩	١٫٨٤٩	٥٫٨٤٣
٦ - ١٠	العـدد	٦٦	صفر	١١	٦	٣	٨٦
	الحمولة	١٫١٠٥	صفر	١٫٣٧٧	١٫٤٢٧	١٫٠٤٣	٤٫٩٥٢
١١ - ١٥	العدد	٢٧	١	٥	٢	١	٣٦
	الحمولة	١٣١	٧٦	٦٣٢	٤٢٤	٣٣١	١٫٥٩٤
١٦ فأكبر	العـدد	٥٩	٤	صفر	صفر	صفر	٦٣
	الحمولة	٤٥١	٢٤٩	صفر	صفر	صفر	٧٠٠
المجموع	العـدد	١٧٥	١٤	٣٠	١١	٩	٢٣٩
	الحمولة	٢٫٢٠٣	٩٦٧	٤٫٠٣٦	٢٫٦٦٠	٣٫٢٢٣	١٣٫٠٨٩

المصـدر: F. Fesharaki and D. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Table 3.6, Page 158.

وأدى انتقال ملكية الموارد النفطية الى الدول المنتجة الى فقدان التنظيم السائد في عهد الشركات مما أدى الى انخفاض كفاءة الاستخدام وازدياد فترة التأخير عند الشحن. وقد كان ذلك بسبب عدم اهتمام الدول المنتجة بتخفيض تكاليف الشحن لكونهم لا يتحملونها. وقد كان تأثير هذا الارباك في عمل الناقلات سلبيا على اقتصاديات الناقلات الكبيرة التي تعتمد على الكفاءة في جدولة عملياتها لتستطيع منافسة الناقلات الصغيرة. وكان من نتائج تحول الملكية ايضا قيام حكومات الدول المنتجة ببيع النفط مباشرة الى الدول المستهلكة مما ساعد في تصغير الشحنات وزاد من جاذبية الناقلات الصغيرة على حساب الكبيرة منها. ويعود ذلك الى ان حوالي ٤٧ دولة كان استهلاك كل منها سنة ١٩٨٣ أقل من ستة آلاف برميل/اليوم، أي أن ناقلة ذات حجم ٣٠٠ الف طن ساكن باستطاعتها اشباع طلب دولة واحدة لمدة سنة كاملة. وأخيرا كان هناك زيادة في اهمية المناطق المنتجة للنفط القريبة من مناطق الاستهلاك مثل نيجيريا والمكسيك والاسكا وبحر الشمال، وقد كان لزيادة انتاج هذه المناطق تأثيرات معاكسة في سوق الناقلات للتأثيرات التي سادت في الستينات.

وكما أشرنا في جدول (٦ - ٣)فإن حمولة الاسطول العالمي من الناقلات استمرت بالنمو بعد سنة ١٩٧٣ وذلك لوجود عدد كبير من الطلبيات على الناقلات الضخمة والعملاقة رغم تراجع معدل النمو في الطلب على النفط ابتداء من سنة ١٩٧٤. ونتيجة للتطورات المذكورة واستمرار نمو الحمولة الكلية فقد ظهر في سوق الناقلات فائض كبير وصل أعلى معدل له خلال سنة ١٩٧٧. وقد بدأ الفائض بالانخفاض تدريجيا بعد ذلك الا ان التطورات السعرية سنة ١٩٧٩ وتأثيرها في استهلاك النفط أدت الى تزايد الفائض مرة اخرى حتى وصل الى اعلى معدل له خلال ١٩٨٢ اذ بلغت نسبة الفائض الى اجمالي الحمولة ٥٨٪ في تلك السنة، انظر جدول (٦ - ٨). وقد كان لوجود الفائض أثر كبير في الأسعار الفورية لتأجير الناقلات حيث انخفضت هذه الاسعار بحدة لتصل الى ادنى معدل لها خلال سنة ١٩٧٧ ومن ثم بدأت بالارتفاع تدريجيا. ولكن تجدر الاشارة

الى ان ارتفاع اسعار الشحن وتحسنها نوعا ما لا يعني تحسن الارباح في سوق الناقلات وذلك بسبب ارتفاع اسعار الوقود للناقلات بشكل حاد خلال الفترة ١٩٧٧ - ١٩٨١ ، انظر جدول (٦ - ٨) . وقد أدت زيادة التكاليف في ظل انخفاض الايرادات الى تدهور الربحية وبالتالي ازدياد الحمولات المحولة الى خردة (Scrapping) وانتشار عمليات التأجير على اساس الحمولة الجزئية (Partial Cargo Rental) . كذلك ازداد استخدام السرعة المنخفضة

جدول (٦ - ٨) : فائض الناقلات والأسعار الفورية للشحن، ١٩٧٣ - ١٩٨٣ .

السنة	نسبة الفائض الى اجمالي الاسطول (٪)	السعر الفوري (دولار / طن)	اسعار الوقود (دولار / طن)
١٩٧٣	٨	١٧٫٥٠	-
١٩٧٤	٢٢	٦٫٧٠	-
١٩٧٥	٣٥	٣٫٥٠	-
١٩٧٦	٣٥	٤٫٨٠	-
١٩٧٧	٣٧	٤٫٢٥	-
١٩٧٨	٣٥	٥٫٥٥	٧٦
١٩٧٩	٢٥	٨٫٥٠	١٥٦
١٩٨٠	٢٨	٨٫٨٠	٢١١
١٩٨١	٤٨	٧٫٣٨	٢٠٠
١٩٨٢	٥٨	٥٫٦٢	١٨٠
١٩٨٣	٥٥	٦٫٦٦	١٧٦

المصدر : التقرير السنوي للأوبك، ص ٤١ ، ١٩٨٣ .

ملاحظة : الاشارة (-) تعني غير متوفر.

(Slow Steaming) كوسيلة لتقليل استهلاك الوقود وابقاء الناقلة مشغولة لأطول فترة ممكنة. ومن المعروف ان سرعة الناقلة المثلى ترتبط ارتباطا عكسيا بأجــور الشحن واسعــار الـوقـود. وأخـيرا انتشــرت ظاهــرة التخـزين العــائم (Floating Storge) في الناقلات من جانب العديد من الدول النفطية وخاصة الخليجية منها بسبب ظروف الحرب العراقية الايرانية.

وللتعـرف على التطـورات في احجـام النـاقـلات والتغيرات في الأهمية النسبية للاحجـام المختلفـة بعـد سنة ١٩٧٣ نستعرض جدول (٦ - ٩) وشكل (٦ - ٢)

جدول (٦ - ٩) : تشكيل الأسطول العالمي من الناقلات حسب الحجم، ١٩٧٤ و١٩٧٩ و١٩٨٥.

(مليون طن ساكن)

الحجم (الف طن ساكن)	١٩٧٤		١٩٧٩		١٩٨٥	
	الحمولة	النسبة	الحمولة	النسبة	الحمولة	النسبة
١٠ - ٢٥	٢١ر٩	٨ر٦	١٤ر٢	٤ر٣	١٢ر٣	٥ر٠
٢٥ - ٤٥	٣٠ر٥	١١ر٩	٢٤ر٢	٧ر٤	٢٥ر٨	١٠ر٥
٤٥ - ٦٥	٢٢ر٦	٨ر٨	١٥ر٣	٤ر٧	١٥ر٠	٦ر١
٦٥ - ١٢٥	٤٦ر٤	١٨ر١	٥١ر٢	١٥ر٦	٤٤ر٤	١٨ر٠
١٢٥ - ٢٠٠	١٨ر٠	٧ر١	٣٣ر٤	١٠ر٢	٢٨ر٤	١١ر٥
٢٠٠ - ٣٢٠	١١٠ر٠	٤٣ر٠	١٥٧ر٧	٤٨ر١	٩٤ر٩	٣٨ر٥
٣٢٠ فما فوق	٦ر٤	٢ر٥	٣١ر٩	٩ر٧	٢٦ر٠	١٠ر٥
المجموع	٢٥٥ر٨	١٠٠	٣٢٧ر٩	١٠٠	٢٤٦ر٨	١٠٠

المصـــدر : BP Statistical Review of World Energy, June 1985, Page 18.

يبين هذا الجدول تشكيل الأسطول العالمي من الناقلات حسب الحمولة وذلك للسنوات ١٩٧٤، ١٩٧٩ و١٩٨٥. فالملاحظ ان الأهمية النسبية للناقلات الصغيرة التي لا تتعدى حمولتها ١٢٥ ألف طن ساكن بدأت تنمو في الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٥ بعد انخفاضها خلال الفترة السابقة. وفي غضون ذلك انخفضت اهمية الناقلات الضخمة التي تتراوح حمولتها بين ٢٠٠ - ٣٢٠ الف طن ساكن خلال الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٤ بعد ان ارتفعت بشكل مضطرد قبل ذلك. وبالنسبة للناقلات العملاقة وهي التي تتعدى حمولتها ٣٢٠ الف طن ساكن فقد ارتفعت اهميتها النسبية بشكل طفيف، الا ان هذه الزيادة لم تكن بسبب اضافة فعلية للحمولة بل بسبب التغيرات التي أصابت الأحجام الاخرى. ويتضح ذلك من خلال ملاحظة انخفاض حجم الحمولة للناقلات العملاقة من ٣١٫٩ الى ٢٦ مليون طن ساكن. وفيما يتعلق بالناقلات المتوسطة (١٢٥ - ٢٠٠ الف طن ساكن) فان أهميتها النسبية ارتفعت ايضا بسبب التغيرات التي طرأت على الاسطول ولكن الحمولة الفعلية انخفضت بمقدار بسيط. ويمكن القول ان الحمولة المطلقة انخفضت لجميع الأحجام (ما عدا حجم ٢٥ - ٤٥ الف طن ساكن) وذلك بسبب توقف الطلب على ناقلات جديدة.

د - تطور تجارة النفط الخام في العالم

كان معدل نمو تجارة النفط الخام سريعا في الفترة السابقة لسنة ١٩٧٣، ولكن بسبب التطورات الهائلة في اسعار النفط منذ مطلع السبعينات فقد تباطأ هذا المعدل بشكل ملحوظ. فقد انخفضت الصادرات النفطية خلال عقد السبعينات واستمر هذا التراجع في الثمانينات بسبب تضاعف اسعار النفط خلال ١٩٧٩ - ١٩٨٠. وتجدر الاشارة هنا الى ان انخفاض الصادرات النفطية من حيث الكمية بسبب ارتفاع الأسعار لم يؤد الى انخفاض قيمتها النقدية بل تضاعفت ليصبح النفط من أهم السلع في التجارة الدولية.

ويبين جدول (٦ - ١٠) تطور صادرات النفط الخام حسب المناطق الجغرافية المختلفة. ويلاحظ ان نصيب منطقتي الشرق الأوسط وافريقيا من الصادرات الكلية قد انخفض بحدة ابتداء من سنة ١٩٧٩، ويعزى ذلك الانخفاض الى سياسة منظمة الأوبك في الحد من الانتاج للمحافظة على مستويات الأسعار المتفق عليها. ولا شك ان هاتين المنطقتين لا تزالان في طليعة المناطق المصدرة للنفط في العالم حيث تحوزان على اكثر من ٥٠٪ من اجمالي الصادرات، انظر شكل

جدول (٦ - ١٠) : تطور صادرات النفط الخام في العالم حسب المناطق، ١٩٦٥ - ١٩٨٥.

(مليون برميل / يوم)

المنطقة	١٩٦٥	١٩٦٩	١٩٧٣	١٩٧٧	١٩٧٩	١٩٨٣	١٩٨٥
امريكا الشمالية	٠ر٣٠	ر٥٤	١ر٠٣	٠ر٣٤	٠ر٥١	٠ر٤٥	٠ر٦٩
امريكا اللاتينية	٢ر٤٩	٢ر٦٤	٢ر٥٠	١ر٨٧	٢ر٢٦	٢ر٧٩	٢ر٥٧
اوروبا الغربية	٠ر٠١	٠ر٠٣	٠ر١٢	٠ر٦٧	١ر٢٥	١ر٩٥	٢ر٣٧
الشرق الأوسط	٧ر١٢	١٠ر٨٨	١٩ر٣٣	٢٠ر١٦	١٩ر٣٢	٨ر٥٣	٧ر٢٢
افريقيا	٢ر٠٩	٤ر٨٦	٥ر٦٢	٥ر٥٣	٥ر٧٣	٢ر٨٢	٣ر٣٠
آسيا والشرق الأقصى	٠ر٣٨	٠ر٧٢	١ر٣٣	١ر٧١	١ر٦٠	١ر٤٣	١ر٢٨
اوقيانوسيا	-	-	٠ر٠١	-	-	-	٠ر٠٤
دول التخطيط المركزي	٠ر٨٩	١ر٢٩	١ر٧٨	٢ر٦٣	٢ر٧٥	٢ر٩٧	٢ر٨٩
العالم	١٣ر٢٨	٢٠ر٩٨	٣١ر٧٠	٣٢ر٩١	٣٣ر٤٣	٢٠ر٩٢	٢٠ر٣٦

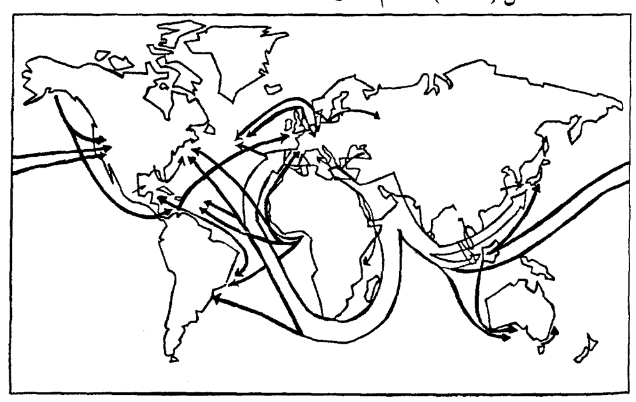
المصدر: التقرير الاحصائي للأوبك، ١٩٨٥، منظمة الأقطار المصدرة للنفط.

(٦ - ٤) ايضـا . هذا وقـد ازدادت في الآونة الاخيرة اهمية تجارة المنتجات النفطية التي باتت تشكـل كميـة هامـة وصلت الى ٩٫٧٢ مليون برميل من المنتجات يوميا سنـة ١٩٨٥ . ولكن تتميـز تجارة المنتجـات بشكـل عام بالتـوزيع الجغرافي الواسع بالمقارنة مع تجارة النفط.

والجـديـر بالـذكـر ان تجارة المنتجـات النفطيـة (Oil Products Trade) تزايـدت باستمـرار خلال الفـترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥ ولم تتأثـر كثـيرا بالتطـورات السعـرية في اسـواق النفـط الخـام . هذا وتعتـبر اوروبـا الغـربيـة من أهم المنـاطق المصـدرة للمنتجـات النفطيـة حيث بلغت صادراتهـا من هذه المنتجـات حوالي ٢٫٦ مليون برميل في اليوم سنة ١٩٨٥ .

وأخـيرا ، نستعـرض جدول (٦ - ١١) الـذي يبين وضع الصادرات (Exports) والـواردات (Imports) من النفـط الخـام في المنـاطق المختلفـة لسنـة ١٩٨٢ . يوضح الجدول مدى اعتماد الدول الغربية على الواردات النفطية وحصتها في اجمالي تجارة

شكل (٦ - ٤) : أهم مسارات الناقلات النفطية ، ١٩٨٢ .



المصدر : Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Page 187.

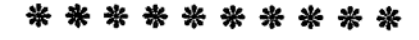
جدول (٦ - ١١) : صادرات وواردات النفط الخام حسب المجموعات الجغرافية، ١٩٨٢.

المجموعة	الصادرات		الواردات	
	مليون طن متري	النسبة للمجموع (٪)	مليون طن متري	النسبة للمجموع (٪)
امريكا الشمالية	٢٠ر٣	١ر٨١	١٩٧ر٨	١٦ر١٩
امريكا الجنوبية	١٤١ر٥	١٢ر٦٣	١٠٩ر٠	٨ر٩٢
الشرق الأوسط	٥١١ر٤	٤٥ر٦٤	٣٠ر٥	٢ر٥٠
افريقيا	١٤٣ر٦	١٢ر٨١	٣٣ر٢	٢ر٧٢
اوروبا الغربية	٩٤ر١	٨ر٤٠	٤٥٦ر٥	٣٧ر٣٧
الاتحاد السوفيتي واوروبا الشرقية	١٢٩ر٨	١١ر٥٩	٨٥ر٧	٧ر٠١
اوقيانوسيا	٧٩ر٨	٧ر١٢	٣٠٩ر٠	٢٥ر٢٩
مجموع العالم	١١٢٠ر٦	١٠٠ر٠	١٢٢١ر٧	١٠٠ر٠
الأوبك	٧١٥ر٤	٦٣ر٨	-	-
منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	-	-	٨٧٧ر٥	٧١ر٨٠

المصدر : The World Petroleum Industry, Stuart Sinclair, Pages 217 - 218, Tables 5 and 6, Euromonitor Publications Ltd., 1984.

العالم من النفط الخام، حيث ان امريكا الشمالية واوروبا الغربية تحوزان على اكثر من ٥٠٪ من واردات النفط العالمية في حين لا تشكل صادراتها سوى ١٠ر٢٪ من الاجمالي. وفي المقابل تشكل حصة منطقة الشرق الاوسط حوالي ٤٥ر٦٪ من اجمالي الصادرات في مقابل استيرادها لحوالي ٢ر٥٪ من اجمالي واردات العالم. وأخيرا، من الواضح أن دول اوقيانوسيا (اليابان واستراليا ونيوزيلندا) تعتمد ايضا

بشكــل كبـير على النفـط وتشكـل حصتهـا حوالي ٣ر٢٥٪ من اجمـالي العـالم من الـواردات النفطيـة . لا شك ان الجدول المذكور يبين ان الدول الأعضاء في منظمة التعـاون الاقتصـادي والتنمية هي أهم المجموعات المستوردة للنفط في العالم حيث تشكل وارداتها حوالي ٨ر٧١٪ من اجمالي واردات العالم من النفط .



مراجع الفصل السادس

- Fereidun Fesharaki and David T. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.
- Stuart Sinclair, The World Petroleum Industry, Euromonitor Publications Ltd., U.K., 1984.
- Bill Berger and Kenn Anderson, Modern Petroleum, Penn Well Publishing Company, U.S.A., 1981.

- رجائي ابوخضرا، **نقل النفط الى اسواقه**، في دراسات مختارة في الصناعة النفطية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، ١٩٧٩ .

الفصل السابع
الصناعات النفطية اللاحقة
صناعة تكرير النفط

(Downstream Activities: Oil Refining)

أ - أهمية صناعة تكرير النفط .

ب - صفات النفط الخام .

ج - المنتجات النفطية الرئيسية .

د - صناعة تكرير النفط :

(د - ١) عمليات التقطير .

(د - ٢) عمليات المعالجة .

(د - ٣) عمليات التحويل الثانوية .

(د - ٤) انواع مصافي النفط حسب المنتجات .

(د - ٥) السمات الخاصة بصناعة التكرير .

هـ - التطورات في الطاقة التكريرية واستهلاك المنتجات في العالم .

- المراجـع .

أ - أهمية صناعة تكرير النفط

تأخذ صناعة تكرير النفط أهميتها من خلال تحويل النفط الخام الذي يكاد يكون عديم الفائدة في صورته الأولية الى منتجات مختلفة لها أهمية كبيرة في مختلف مجالات الحياة العصرية. لذلك فان هذه الصناعة هي التي تعطي النفط القيمة الاقتصادية الكبيرة وذلك من خلال مروره بعمليات معقدة هدفها انتاج كميات مختلفة من المنتجات النفطية. وتختلف القيمة النهائية للبرميل من النفط حسب العمليات التي تجرى عليه ومدى تعقيدها بالاضافة الى صفات النفط وتركيبه الكيماوي.

ومن الجدير بالذكر ان صناعة النفط لم تأخذ أهميتها إلا مع بداية القرن الحالي، حيث كان النفط في القرن الماضي يستخدم بشكل أساسي لانتاج الكيروسين بهدف الانارة والتدفئة ولم يكن هناك استخدام لأية منتجات أخرى. إلا أنه مع مطلع القرن الحالي وابتداء بظهور الاختراعات وأهمها المحركات ذات الاحتراق الداخلي بالاضافة الى التطور المستمر في مجالات الحياة بشكل عام بدأت صناعة التكرير تأخذ أهميتها وذلك لتلبية متطلبات هذا التطور. فقد بدأ انتاج انواع الوقود المختلفة للسيارات والطائرات والبواخر والصناعات بمختلف انواعها. وقد ساعدت صفات المنتجات النفطية الطبيعية على احلالها محل الفحم في استعمالات مختلفة مما أدى الى تنامي الطلب بمعدلات مرتفعة. واسهمت الحرب العالمية الاولى في تكثيف استخدام زيت الوقود في البواخر بدلا من الفحم، في حين ساعدت الحرب العالمية الثانية على زيادة الطلب على المنتجات المختلفة وذلك لتسيير آلة الحرب أولا وللتخلص من آثارها من خلال برامج اعادة بناء اوروبا واليابان ثانيا.

وعموما، يمكن القول بأن الطلب على الغازولين نما بشكل كبير خلال الخمسينات بسبب انتشار وسائل النقل وخصوصا السيارات. وحدث كذلك ايضا نمو كبير في الطلب على المنتجات الاخرى وذلك للاستعمالات المختلفة مثل زيت

الغاز للتدفئة المركزية وزيت الوقود في البواخر ومحطات انتاج الكهرباء وأخيرا المنتجات الخفيفة لاستعمالها في الصناعات البتر وكيماوية .

وفيما يلي نستعرض أولا صفات النفط الخام وتركيبه الكيماوي ومن ثم ننتقل للحديث عن المنتجات النفطية الرئيسية . يلي ذلك ، الحديث عن عمليات التكرير المختلفة وأنواع المصافي . ونتطرق اخيرا الى تطور صناعة التكرير تاريخيا والوضع الراهن فيها .

ب - صفات النفط الخام

سبق وأشرنا في الفصل الخامس الى ان النفط سائل يتكون من مخلوط (Mixture) من مركبات هيدروكربونية (Hydrocarbon Compounds) ذات تركيب كيميائي متفاوت في التعقيد ، الا ان السمة الأساسية التي تربط بين هذه المركبات هي كونها تشكيلات مختلفة من ذرات الكربون والهيدروجين . كذلك فانها تتفاوت من حيث صفاتها الطبيعية فهي اما ان تكون في حالة غازية أو سائلة أو صلبة تبعا للتركيب الكيماوي . ويمكن القول بشكل أساسي ان اختلاف خواص النفط ومنتجاته انما ينبع من الصفات المتميزة لعنصر الكربون ، وذلك بسبب قدرة الكربون على الاتحاد مع معظم العناصر الاخرى بالاضافة الى تكوينه لجزيئات معقدة وذات تركيبات مختلفة . وتوجد ايضا في النفط مقادير مختلفة من مواد اخرى نشير اليها بالشوائب وهي غالبا ما تكون مركبات كبريتية او نتروجينية بالاضافة الى بعض المعادن مثل الفانديوم والنيكل . ولمعرفة اسباب تعدد انواع النفوط واختلافها في أوزانها النوعية وجودتها لابد أن نتطرق الى تركيب المكونات الرئيسية فيها .

تنقسم مكونات النفط من حيث التشكيل الى صنفين أساسيين هما البارافينات (Paraffins) والنافثينات (Naphthene) . أما البارافينات فهي هيدروكربونات تأخذ شكل سلاسل مستقيمة (Straight Chain) أو متفرعة (Branched) وهي مشبعة (Saturated) أي تتميز بعدم التفاعل عند درجات الحرارة العادية (خاملة) وذلك لعدم وجود نقص في جزيئات الهيدروجين . وأبرز مثال على هذه المجموعة من

المركبات هو غاز الميثان (Methane) والذي يعتبر أبسطها تركيبا، يلي ذلك غاز الايثان (Ethane) ثم الـبر وبـان (Propane) والبيـوتـان (Butane) . وبشكـل عام تزداد كثافة ودرجة غليان البارافينات مع زيادة عدد ذرات الكربون مما يجعلها تختلف فيما بينها، فهي تتراوح بين سوائل سريعة التطاير الى متوسطة التطاير الى صعبة التطاير (غاز النفط والكيروسين وزيت الغاز والديزل بالترتيب). ويمكن تحويل هذه المركبات الى مركبـات غير مشبعـة وذلك من خلال انتزاع عدد معين من ذرات الهيدروجين مؤ ديا بذلك الى انتاج الأولفينات (Olefins) .

وفيـما يتعلق بالنـافثينـات فانهـا تختلف عن البـارافينـات بكـونها مركبات تتميز بتركيب كيـماوي حلقي (Ring Compounds) . وتمتـاز هذه المـركبات ايضا بصعوبة تفـاعلهـا مع المـركبـات العضـويـة وذلـك لكونها مشبعة ايضا، الا انه من السهل تحويلها الى مركبات غير مشبعة من خلال انتزاع ذرات الهيدروجين منها مما يؤ دي الى انتـاج العطـريـات (Aromatics) . ومن الأمثلة على هذه المـركبـات نذكـر غاز البنتان الحلقي (Cyclopentane) والنافثا (Naphtha) .

وأخـيرا هنـاك الشـوائب وبـالخصـوص مركبـات الكـبريت والنيـتروجـين والاكسجـين بالاضـافـة الى المعـادن. أمـا المـركبـات الكـبريتيـة فأهمها كبريتيد الهيـدروجين والمركبتانات ومركبات اخرى. وتنحصر مساوىء الكبريت ومكوناته في مشكلات التآكل والروائح وتقليل جودة المنتجات النفطية. وتتفاوت مشكلات التآكل مع درجة الحـرارة حيث تزداد عنـد الـدرجـات المرتفعة في حين تقل عند الدرجات المعتدلة. وتأتي مركبـات النيتروجين في المـرتبـة الثـانيـة من حيث تأثـيرهـا في جودة النفط ومنتجـاتـه. فهي تتفاعل مع الاوكسجين متسببة في تكوين الرواسب وغاز الامونيا التي تؤ دي الى اغـلاق الانـابيب وتـآكلها. وبخصوص مركبات الاوكسجين فهي توجـد على شكـل احمـاض مما يؤ دي الى تآكـل المعـادن بالاضافة الى مشكلات الـرواسب. وأخـيرا هنـاك المعـادن مثـل الفانديوم والنيكل وهي تتسبب في تقليل فعالية المواد المساعدة المستخدمة في عمليات التكرير المختلفة مما يتسبب في تقصير مدة عملها. كذلك فهي تتسبب في الاضرار بالمعدات بسبب الرواسب الناتجة عنها.

سبق وأشرنا الى ان هناك مقاييس مختلفة لتصنيف النفوط حسب خواصها المختلفة، فهناك مقياس المحتوى الكبريتي والشمعي وكذلك مقياس الكثافة المعتمد من جانب معهد النفط الأمريكي (API). ولكن تجدر الاشارة هنا الى ان مقياس الكثافة المعتمد على الوزن النوعي (علاقة عكسية بين مقياس API والوزن النوعي) بامكانه فقط اعطاء فكرة تقريبية عن نسب المكونات المختلفة التي يمكن استخلاصها من النفط. فيمكن القول بشكل عام ان نسبة المقطرات الخفيفة تكون اكبر في النفوط ذات الوزن النوعي المنخفض (أوذات الكثافة المرتفعة بمقياس API) في حين تزداد نسبة المقطرات المتوسطة والثقيلة في النفوط ذات الوزن النوعي المرتفع، انظر شكل (٧ - ١). ولكن نظرا للتقدم الكبير الذي طرأ على صناعة التكرير بسبب ادخال العمليات المعقدة فان مقياس الوزن النوعي (أو مقياس الكثافة API) اصبح غير كاف لتصنيف النفوط المختلفة. فقد بات من الضروري الحصول على معلومات اضافية عن التركيب الكيماوي للنفط والمقطرات الممكن استخلاصها منه.

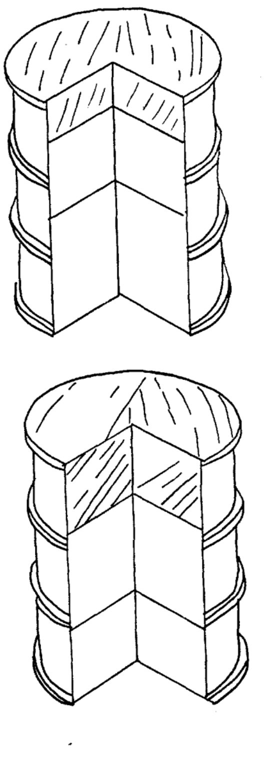
لذلك بدأ العاملون في صناعة التكرير بتطبيق تصنيف جديد معتمد من جانب مكتب المناجم الأمريكي ويعتمد على التركيب الكيماوي للمنتجات الموجودة في النفط الخام بعد اجراء عملية تقطير بسيطة عند درجات حرارة مختلفة، وذلك حسب التصنيف الآتي :

١ - **بارافينية/ بارافينية :** وتكون معظم المنتجات الخفيفة والمتوسطة والثقيلة من النوع البرافيني، أي على شكل سلاسل من حيث التركيب الكيماوي.

٢ - **نافثينية/ نافثينية :** وتكون المنتجات الخفيفة والمتوسطة والثقيلة في معظمها نافثينية، أي على شكل حلقات من حيث التركيب الكيماوي.

٣ - **بارافينية/ نافثينية :** وتكون معظم المنتجات الخفيفة بارافينية في حين تكون المنتجات المتوسطة والثقيلة نافثينية التركيب.

شكل (٧ - ١) : مقارنة مكونات برميل من النفط حسب الكثافة .



كثافة ٣١ درجة API

المنتجات الخفيفة (١٩٪)

غاز - غازولين (Gas & Gasoline)

المنتجات المتوسطة (٣١٪)

زيت الغاز (سولار) (Gas Oil)

المخلفات (٥٠٪)

زيت الوقود (Fuel Oil)

كثافة ٤٤ درجة API

المنتجات الخفيفة (٣٠٪) (Light Products)

المنتجات المتوسطة (٤٠٪)

زيت الغاز (سولار) (Middle Distillates)

المخلفات (٣٠٪)

زيت الوقود (Fuel Oil & Residues)

المصدر: Basic Oil Industry Information, OPEC, pp. 28 - 29.

٤ - **نافثينية/ بارافينية :** وتكون المنتجات الخفيفة في معظمها نافثينية في حين تكون المنتجات المتوسطة والثقيلة في معظمها بارافينية .

وتجدر الاشارة هنا الى عدم وجود علاقة دقيقة بين مقياس الكثافة API والتصنيف العلمي على اساس التركيب الكيماوي المذكور سابقا، الا انه بشكل عام يمكن القول ان النفوط البارافينية عادة ما تكون أخف من حيث الوزن النوعي وبالتالي تكون كثافتها بمقياس API عالية . في حين تتميز النفوط النافثينية بكونها أثقل من حيث الوزن النوعي وبالتالي انخفاض كثافتها بمقياس API ، انظر جدول (٧ - ١) .

سوف نتطرق في الجزء التالي الى المجموعات المختلفة من المنتجات النفطية واستخداماتها الاقتصادية .

ج - المنتجات النفطية الرئيسية

تنقسم المنتجات النفطية الى ثلاثة اقسام رئيسية هي المنتجات الخفيفة والمتوسطة والثقيلة، وسوف نستعرض فيما يلي كل مجموعة باختصار.

أولا : المنتجات الخفيفة (Light Products) : وتتكون من غازات الميثان والايثان والبروبان والبيوتان بالاضافة الى الغازولين الطبيعي (Natural Gasoline) والنافثا وهي سوائل سريعة التطاير. وعادة ما يتم فصل الميثان والايثان لاستخدامها وقودا للافران داخل المصفاة ولانتاج الهيدروجين المستخدم في العمليات الكيماوية المختلفة وايضا موادّ اولية (لقيم) في الصناعة البتر وكيماوية لانتاج الاثيلين (Ethylene) والميثانول (Methanol) وغيرها . أما البر وبان والبيوتان فيتم تسييلهما الى غاز النفط المسال (LPG) ، حيث يستخدم وقودا في المنازل والمصانع . أما الغازولين الطبيعي فهو غاز البنتين (Pentane) المكثف ويستخدم في صنع وقود السيارات بعد مزجه بالنافثا ومركبات اخرى، ويدخل سائل النافثا ايضا في الصناعات البتر وكيماوية .

جدول (٧ – ١) : النفوط حسب تصنيف مكتب المناجم الأمريكي.

النـــوع	الوزن النوعي (٦٠ درجة فهرنهايت)	مقياس API
بارافيني / بارافيني	اقل من ٨٢٥ر	اكبر من ٤٠ درجة
بارافيني / نافثيني	اقل من ٨٢٥ر	اكبر من ٤٠ درجة
نافثيني / نافثيني	اكبر من ٨٦٠ر	اصغر من ٣٣ درجة
نافثيني / بارافيني	اكبر من ٨٦٠ر	اصغر من ٣٣ درجة

المصدر : James H. Gary & Glenn E. Handwerk, Petroleum Refining: Technology and Economics, Page 16.

ثانيـا : المنتجـات المتـوسطـة (Middle Distillates) : وتشمـل الكـيروسـين (Kerosine) وزيـت الـغـاز (Gas Oil) والـديـزل (Disel) وزيـت الـوقـود الخفيف (Light Fuel Oil) . أمـا الكـيروسـين فيستخـدم للتـدفئـة والانـارة وكـذلـك وقودا للطـائـرات النفـاثـة بعد اجراء بعض التغيير عليه . ويستخدم زيت الغاز وقودا في ماكينـات الـديـزل الـسـريعـة كالقطارات والباصات والآلات الزراعية وكذلك في التـدفئـة المـركـزية والأفران الصناعية . ويستخدم الديزل بشكل عام في الماكينات البطيئة كمضخات الري والسفن، بينما يستخدم زيت الوقود الخفيف في المصانع .

ثالثـا : المنتجـات الثقيلة (Heavy Products) : وتتكون من زيت الوقود الثقيل (Heavy Fuel Oil) والاسـفـلـت (البـتيـومن Bitumen) وزيـوت التشحيم الثقيلة والشمـوع . ويستخـدم زيت الوقود الثقيل في محطات انتاج الكهرباء وتحلية المياه، بينـما يدخـل الاسفلت في الطرق والسطوح . وأخيرا هناك زيوت التشحيم الثقيلة وهي تختلف في جودتها ولها استعمالات مختلفة . أما الشموع فهي تدخل في صناعة شمـوع الاضـاءة وتستخـدم كعـازل للصنـاديق . ولقد بدأ حديثا استخدام زيت الوقود الثقيل كلقيم في عمليات التكرير لاستخلاص منتجات خفيفة ومتوسطة من خلال عمليات التكسير كما سنوضح ادناه .

د - صناعة تكرير النفط

ان المقصود بصناعة التكرير هو مجموعة العمليات المختلفة والمعقدة التي تتم بواسطتها تحويل النفط الخام الى منتجات مختلفة تتفاوت في قيمتها الاقتصادية وتكون إما نهائية وجاهزة للاستخدام بواسطة المستهلكين النهائيين أو تستوجب عمليات اضافية اخرى لتحسين صفاتها أو لاستخدامها كمدخلات في صناعات اخرى لانتاج منتجات نهائية. وتنبع أهمية الصناعة كما سبق وان ذكرنا من تحويل النفط من مادة عديمة القيمة اقتصاديا بسبب محدودية استعمالاته المباشرة الى منتجات ذات قيمة اقتصادية عالية. ولقد تطورت هذه الصناعة بشكل كبير منذ بداية القرن العشرين وذلك بسبب تنامي الطلب على المنتجات النفطية المختلفة بعد ان كان محصورا في الكيروسين للانارة. فقد أدى تزايد استخدام السيارات والطائرات ومحركات الديزل الى الاتجاه في الصناعة نحو زيادة الانتاج من المقطرات الخفيفة والمتوسطة على حساب الثقيلة. وقد تم ذلك بفضل العمليات المختلفة التي تم ادخالها في المصافي مما ساعد في سد الطلب على المنتجات الخفيفة والمتوسطة. وقد كان من الضروري ادخال هذه العمليات بسبب عدم كفاية المنتجات الخفيفة المتكونة طبيعيا في النفط لاشباع الطلب عليها. ويبين جدول (٧ - ٢) كميات المنتجات الخفيفة والمتوسطة التي يمكن استخلاصها من البرميل الواحد في الوقت الحاضر مقارنة مع سنة ١٩٣٠. ويتضح من هذا الجدول ان هناك زيادة كبيرة في انتاج الغازولين ووقود الطائرات وزيت الغاز، حيث تشكل نسبتها الى المجموع حوالي ٧٧٫٤٪ في حين لم تتعد نسبة المنتجات الخفيفة والمتوسطة في الماضي ٣٨٫٨٪. وسوف نستعرض فيما يلي العمليات المختلفة الموجودة في مصافي تكرير النفط الخام، وهي عمليات التقطير وعمليات المعالجة وعمليات التحويل الثانوية.

جدول (٧ - ٢) : متوسط الانتاج من برميل نفط خام.

الوقــت الحاضــر

		جالون / برميل	نسبة الانتاج (٪)
Gasoline	غازولين	٢٠٫٨	٤٩٫٦
Jet Fuel	وقود الطائرات	٢٫٨	٦٫٦
Kerosine	كيروسين	–	–
Gas oil and distillates	زيت الغاز ومكثفات	٨٫٩	٢١٫٢
Residual Fuel oil	زيت الوقود	٤٫٠	٩٫٣
Lubricating oils	زيت تشحيم	٢٫٩	٧٫٠
Other products	منتجات اخرى	٢٫٦	٦٫٣
Total	المجموع	٤٢٫٠	١٠٠٫٠

سنــة ١٩٣٠

		جالون / برميل	نسبة الانتاج (٪)
Gasoline	غازولين	١١٫٠	٢٦٫١
Kerosine	كيروسين	٥٫٣	١٢٫٧
Gas Oil. Distillates and Residual Fuel oil	زيت الغاز ومكثفات وزيت الوقود	٢٠٫٤	٤٨٫٦
Lubricating oils	زيوت تشحيم	٢٫٤	٥٫٧
Other products	منتجات اخرى	٢٫٩	٦٫٩
Total	المجموع	٤٢٫٠	١٠٠٫٠

المصـــدر: Modern Petroleum, Berger and Anderson, Figure (10 - 4), Page 172, 1981.

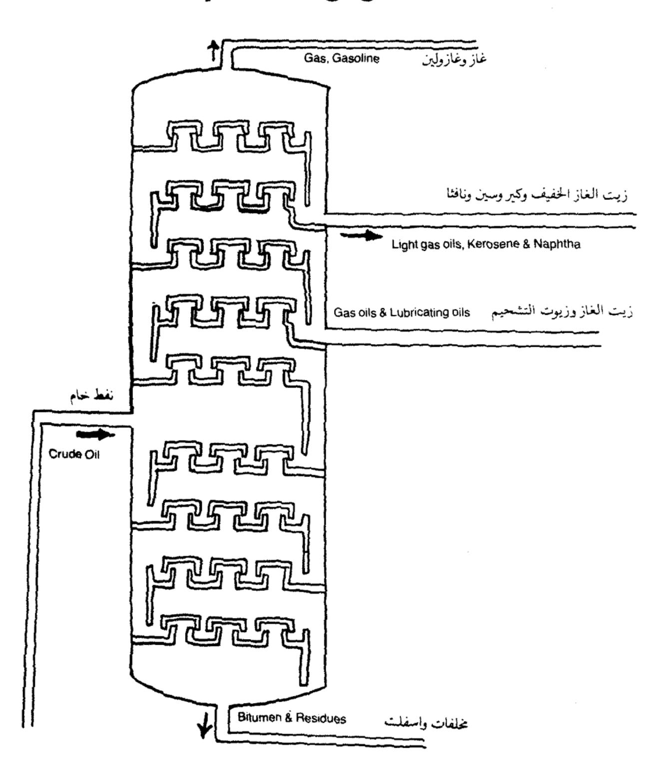
(د - ١) عمليات التقطير (Distillation) :

تستهدف هذه المجموعة من العمليات فصل المنتجات الى مجموعاتها المختلفة (خفيفة، متوسطة، ثقيلة) باستخدام خاصية التطاير واختلاف درجات الغليان للمركبات الهيدروكربونية المختلفة. ويتم ذلك من خلال تسخين النفط الخام الى درجات حرارة معينة تبدأ المكونات عندها بالتبخر حسب تركيبها الكيماوي، فتبدأ المنتجات الخفيفة بالتبخر أولا ثم المتوسطة وأخيرا تبقى الثقيلة في مكانها. ويتم جمع المنتجات المختلفة من خلال تكثيفها وتسمى المنتجات بالمكثفات أو المقطرات. وتتم عملية التقطير هذه في مرحلتين كما يلي :

أولا : عملية التقطير الابتدائي (الجوي) (Atmospheric Distillation) : وتجري هذه العملية في برج التقطير (Distillation Column) وعند ضغط يقارب الضغط الجوي وحرارة عالية (٦٥٠ درجة فهرنهايت)، ويكون اللقيم هو النفط الخام والمنتجات هي الغاز والغازولين وتخرج من أعلى البرج وهي تتكون من الميثان والايثان والبروبان والبيوتان وأخيرا غاز البنتين والذي يطلق عليه الغازولين الطبيعي. ويخرج زيت الغاز الخفيف والكيروسين والنافثا من الجانب العلوي في حين تخرج المنتجات الوسطى الاخرى مثل زيت الغاز وزيوت التشحيم من الجانب السفلي. وأخيرا يتم استخراج الاسفلت والمخلفات (المازوت) من القاع، ويبين الشكل (٧ - ٢) نموذجا مبسطا لبرج التقطير.

ثانيا : عملية التقطير الثانوي (الفراغي) (Vacuum Distillation) : ويتم التقطير تحت ضغط مخلخل وحرارة عالية، وتستخدم هذه العملية لتقطير المخلفات والزيوت الثقيلة مثل المازوت المستخرج من المرحلة الاولى من التقطير. والغرض من استخدام الضغط المخلخل هو مساعدة المنتجات الثقيلة على التبخر والتطاير. أما المنتجات الناتجة من عملية التقطير هذه فهي زيت الغاز وزيت الديزل والمقطرات الشمعية في حين يتبقى في القاع زيت الوقود الثقيل وهو يستخدم في انتاج زيوت التزييت والاسفلت الخفيف أو يتم ارساله للوحدات اللاحقة تمهيدا للمعالجة أو التكسير.

شكل (٧ - ٢) : نموذج برج التقطير الابتدائي (الجوي).



المصدر: Basic Oil Industry Information, OPEC, page 30.

(د – ٢) عمليات المعالجة (Treating Processes) :

تهدف هذه العمليات لاعداد منتجات نفطية ذات مواصفات معينة، حيث ان عمليات التقطير لا تكفي في معظم الاحيان لانتاج منتجات جاهزة للاستخدام بسبب عدم نقاوتها وذلك لوجود الشوائب فيها. ويتم ذلك باستخدام الهيدروجين والعوامل المساعدة في وحدات خاصة بكل منتج من تلك المنتجات، ونذكر فيما يلي أهمها :

أولا : معالجة النافثا : نظرا لاحتواء النافثا الناتجة من عمليات التقطير على شوائب كالمركبات الكبريتية والنيتروجينية فان من الضروري التخلص منها قبل استخدام هذا المنتج المهم في عمليات انتاج الغازولين أو البتروكيماويات وذلك لتأثيرها في الانابيب وتسببها في التآكل السريع لها بالاضافة الى تأثيراتها السلبية في العوامل المساعدة المستخدمة.

ثانيا : معالجة الكيروسين : ويجري في هذه الوحدة ازالة الكبريت والنيتروجين وذلك للحصول على كيروسين ذي مواصفات ممتازة وملائمة للاستعمالات المهمة مثل وقود الطائرات باختلاف انواعها.

ثالثا : معالجة زيت الغاز والديزل : ان هذه المنتجات الخام تحوي كميات كبيرة من الكبريت مما يجعلها غير ملائمة للاستخدامات المختلفة وخصوصا كوقود لوسائل المواصلات المختلفة. لذلك يجري معالجة هذه المنتجات باستخدام الهيدروجين لتخفيض نسبة الكبريت فيها بالاضافة الى تحسين مواصفاتها الاخرى لتتطابق مع المواصفات العالمية المرغوب فيها.

رابعا : معالجة الغازات : ويتم ذلك في وحدة استخلاص الكبريت، حيث يتم تجميع الغازات الحامضة (ذات محتوى كبريتي عال) الخارجة من الوحدات المختلفة ويتم ارسالها لهذه الوحدة لفصل المركبات الكبريتية مثل غاز كبريتيد الهيدروجين. وتعتبر هذه الوحدة ضرورية لما تسببه المركبات الكبريتية من ضرر على الأفراد والمعدات والمواد المساعدة المستخدمة في العمليات الكيماوية المختلفة. ويتم انتاج الكبريت في هذه الوحدة على شكل كبريت سائل أو صلب حيث يدخل في الأغراض الصناعية الاخرى.

(د - ٣) عمليات التحويل الثانوية (Secondary Conversion Processes) :

ان الغرض الأساسي لهذه العمليات هو زيادة انتاج المقطرات الخفيفة والمتوسطة المرتفعة القيمة على حساب الثقيلة والغازية المنخفضة القيمة مما يزيد من ايراد البرميل الواحد من النفط الخام. وهذه العمليات هي عمليات التكسير لجزيئات المنتجات الثقيلة لتحويلها الى منتجات خفيفة ومتوسطة او اعادة بناء وتشكيل جزيئات الغازات والسوائل المتطايرة لتحويلها الى مركبات هيدروكربونية اثقل. وسوف نستعرض في الجزء التالي كلا من هذه العمليات باختصار.

أولا : عمليات التكسير والاصلاح (Cracking Processes) : ان هدف هذه العملية هو تكسير وتحويل النفوط الثقيلة وزيت الوقود وزيت الغاز للحصول على منتجات خفيفة بنسب اكبر من تلك التي يتم الحصول عليها من عمليات التقطير الاعتيادية. كذلك فانها تقوم بتحسين نوعية المنتجات لتطابق المواصفات العالمية وبالتالي ملاءمتها للاستخدامات المختلفة. ويأتي هذا الاتجاه من الاختلاف الكبير في القيمة الاقتصادية بين المنتجات الخفيفة والمتوسطة من جهة والثقيلة من جهة اخرى. أما الطرق المستخدمة لعمليات التكسير فهي ثلاثة انواع وهي التكسير الهيدروجيني المحفز (Hydro-Cracking) والتكسير الحراري (Thermal Cracking) وأخيرا التكسير الحراري المحفز (Thermal Catalytic Cracking).

والفرق الوحيد بين هذه العمليات هو ان بعضها يستخدم الهيدروجين في حين يستخدم بعضها الاخر مواد حفازة اخرى أو لا تستخدم اية مواد. ويدخل ضمن هذه العمليات ايضا عملية اصلاح النافثا وهي تتكون من عمليات تكسير وتحويل للنافثا الثقيلة لانتاج منتجات ذات درجة اوكتان عالية ليتم مزجها مع النافثا الخفيفة لانتاج الغازولين بشكله النهائي ويكون اللقيم في جميع الحالات زيت الوقود او زيت الغاز او الاسفلت. وينتج من تكسير هذه المنتجات الثقيلة منتجات خفيفة مثل الغاز والغازولين والنافثا.

ثانيا : عمليات اعادة البناء (Reforming Processes) : وهي عكس عمليات التكسير، ويتم فيها اعادة بناء جزيئات (Molecular Rearrangement) المركبات

الهيدروكربونية لخلق منتجات اثقل من المنتجات الغازية. ومن العمليات الأساسية التي تندرج تحت هذا البند نذكر الأزمرة (Isomerization)، والبلمرة (Polymerization)، والألكلة (Alkylation). أما الأزمرة فهي تعني تحويل التركيب الجزيئي لمركب معين الى صيغة اخرى دون احداث تغيير في الوزن الجزيئي، أي اعادة تشكيل جزيئات المركب. ويتم استخدام هذه العملية في رفع رقم أوكتان النافثا. والمقصود بالبلمرة هو جمع جزيئين من مركب معين لانتاج جزيء واحد من مركب آخر. ويكون المركب المنتج بواسطة عملية البلمرة أثقل من حيث الوزن الجزيئي وله درجة غليان أعلى. أخيرا تعني الألكلة جمع جزيئين من مركبين مختلفين لانتاج جزيء من مركب جديد له خواص مختلفة عن المركبات الاصلية المستخدمة. ويجب الاشارة هنا الى ان جميع هذه العمليات تستخدم الضغط والحرارة بالاضافة الى العوامل المساعدة لاحداث التفاعلات الضرورية. ويبين الشكل (٧ - ٣) بطريقة مبسطة العمليات المختلفة في مصانع التكرير والمنتجات النهائية المستخلصة. وحيث ان المصافي تتفاوت في انواعها ودرجة تعقيدها، فاننا سوف نحاول تقسيم المصافي حسب المنتجات النهائية في الجزء التالي.

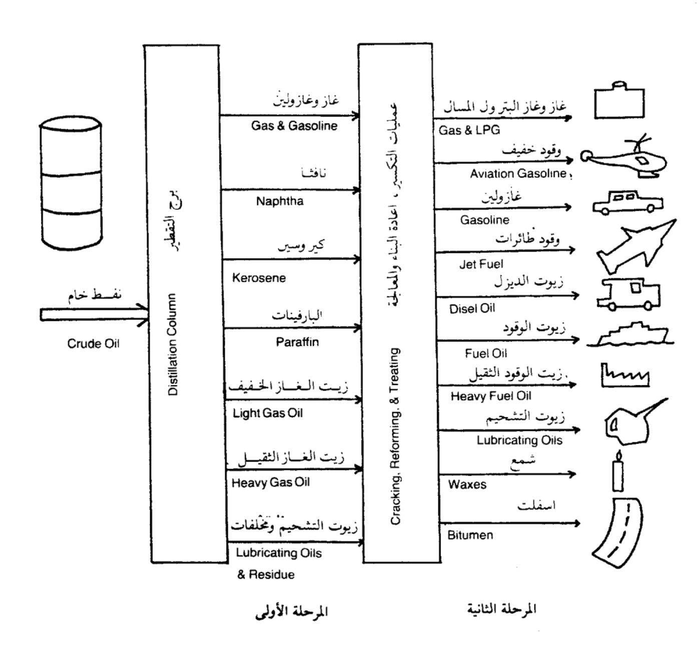
(د - ٤) انواع مصافي النفط حسب المنتجات :

يمكننا تقسيم المصافي حسب المنتجات الى خمسة انواع وهي تختلف في تعقدها بدرجة كبيرة.

أولا: مصافي تكرير النفط: وهي بسيطة وتقوم بعمليات التقطير الابتدائي للنفط الخام وما يستلزمه من عمليات المعالجة البسيطة لبعض المنتجات كالبنزين. وتقام هذه المصافي عادة في المناطق النائية وهدفها اشباع حاجة الأسواق المحلية. وتكون اكثر تعقيدا كلما اقتربت من الاسواق الكبيرة وذلك لما تتطلبه هذه الأسواق من منتجات متنوعة وذات مواصفات عالية.

ثانيا: مصافي زيوت الوقود: ويتسم هذا النوع من المصافي بشيء من التعقيد ولكنها لا تحتوي على عمليات تحويل ثانوية لانتاج المقطرات الخفيفة. وتكون عمليات المعالجة موجودة فيها نظرا لحاجتها لانتاج منتجات ذات جودة عالية.

شكل (٧ - ٣) : العمليات المختلفة في مصانع التكرير الحديثة.



المصدر: Basic Oil Industry Information, OPEC, Page 31.

ثالثا: مصافي زيوت التزييت : وتتخصص هذه المصافي في انتاج الانواع المختلفة من زيوت التزييت وخلطها وتعبئتها كزيوت نهائية تستخدم لأغراض متعددة، ويستخدم فيها عادة النفط الثقيل كلقيم.

رابعا: مصافي البنزين : وتكون هذه المصافي على درجة كبيرة من التعقيد لاحتوائها على عمليات التكسير والاصلاح لتحويل المنتجات الثقيلة الى خفيفة. كذلك فانها تستلزم وجود عمليات اعادة البناء وخصوصا الالكلة والازمرة لرفع الاوكتان، وعمليات المعالجة لزيادة الجودة وازالة الشوائب غير المرغوب فيها.

خامسا: المصافي البتروكيماوية : وهي مصاف معقدة جدا هدفها تصنيع اللقائم للصناعات البتروكيماوية. ويستخدم كل من النافثا والغاز الطبيعي (الميثان والايثان) كمدخلات للعمليات المختلفة التي تقوم بها وتنتج بعض المواد البتروكيماوية مثل الاثيلين وغيرها.

(د - ٥) السمات الخاصة بصناعة التكرير :

تمتاز صناعة التكرير بسمات خاصة سوف نختصرها فيما يلي بالنقاط التالية. يتطلب بناء المصافي استثمارات ضخمة جدا تصل الى مئات الملايين من الدولارات وذلك للمصافي العادية. وتتميز كذلك بخطورتها بسبب وجود العمليات المعقدة والصعبة فيها والتي تتعامل في معظم الأحيان مع مواد خطرة وسامة وهذا يتطلب مهارات عالية لمنع حدوث الاصابات. كما ان هناك تطورا تكنولوجيا مستمرا في هذه الصناعة وذلك في اساليب التصنيع والتشغيل. ونتيجة للميزات السابقة فان نسبة العمالة الفنية والماهرة في هذه الصناعة تكون كبيرة بالمقارنة مع العمالة الكلية. وأخيرا فان متطلبات التشغيل المختلفة مثل التخزين للنفط الخام والمنتجات وقطع غيار للمعدات تتسبب في ارتفاع رأسمال التشغيل.

ويمكن القول بأن اتجاه المصافي نحو التشغيل الآلي والاستفادة من اقتصاديات الحجم من خلال زيادة حجم المصافي وأخيرا ادخال التكنولوجيا الحديثة والعمليات المعقدة كل ذلك كان السبب في اعطاء المصافي هذه السمات الفريدة.

هـ - التطورات في الطاقة التكريرية واستهلاك المنتجات في العالم

في الفترة السابقة للحرب العالمية الثانية كانت الشركات النفطية تقوم ببناء المصافي في الدول المنتجة للنفط وكانت تتاجر بالمنتجات. وقد كان ذلك ممكنا بسبب صغر الطلب على المنتجات واستقرار الاوضاع السياسية في الدول المنتجة للنفط لصالح الشركات. الا انه ومنذ مطلع الخمسينات بدأت الشركات النفطية تتجه لبناء المصافي في الدول المستهلكة مما نتج عنه تحول كامل في التجارة الدولية من المنتجات الى النفط الخام. أما الأسباب الكامنة وراء هذا التحول في سياسة الشركات فهي عديدة، سوف نذكر بعضها فيما يلي :

أولا : بدأت الشركات الكبرى النفطية بالتخوف من خسارة استثماراتها في الدول المنتجة وذلك بسبب تنامي روح التأميم في الدول النامية بعد الحرب العالمية الثانية. وقد كانت تجربتا التأميم في المكسيك سنة **١٩٣٨** وايران سنة **١٩٥١** مؤشرات واضحة على الاتجاه السياسي في المستقبل.

ثانيا : نتيجة للظروف السياسية التي بدأت تسود بعد الحرب العالمية الثانية واحتمال انقطاع الامدادات النفطية حاولت الشركات ان تكسب درجة من المرونة من خلال عدم ربط المصافي المملوكة لها بالحقول النفطية. ولقد ساعدها في ذلك تنوع النفط الممكن الحصول عليه من السوق.

ثالثا : بعد تنامي الطلب على المنتجات وظهور الحاجة لانتاج كميات كبيرة منها لسد الطلب اصبح من الافضل للشركات بناء مجمعات كبيرة للاستفادة من وفورات الحجم بدلا من مجموعة مصافي موزعة في دول مختلفة.

رابعا : التقدم المستمر في التكنولوجيا المستخدمة في المصافي وعدم توافر المهارات الكافية في الدول المنتجة أدى الى رفع تكاليف هذه المهارات محليا.

خامسا : عدم اكتمال البنية التحتية في الدول المنتجة للنفط جعل من الصعب القيام بمشاريع كبيرة لما يتطلبه ذلك من تكاليف مرتفعة لبناء الطرق والموانىء وما الى ذلك من المشاريع الضرورية.

سادسا : بسبب تعدد المنتجات النفطية وتركز استهلاكها في الدول الصناعية، أصبح من الأفضل للشركات النفطية بناء المصافي قرب مناطق الاستهلاك للتخلص من مشكلة نقل هذا الكم الهائل من المنتجات لمسافات بعيدة. خصوصا وان نقل سلعة متجانسة وبكميات كبيرة يتيح الاستفادة من اقتصاديات الحجم في النقل.

وبالنسبة لحجم الطاقة التكريرية (Refining Capacity) واستهلاك المنتجات النفطية في العالم فان جدول (٧ - ٣) يبين ذلك للفترة ١٩٤٠ - ١٩٨٤. ويتضح من هذا الجدول ان الطاقة التكريرية قد نمت بمعدلات مرتفعة جدا خلال الفترة ١٩٤٠ - ١٩٧٣، حيث بلغ معدل النمو حوالي ٧٪ وتضاعفت الطاقة التكريرية عشر مرات لتصل الى حوالي ٦٠ مليون برميل/اليوم سنة ١٩٧٣. ولكن معدل النمو في الطاقة التكريرية تراجع بحدة خلال الفترة التالية لسنة ١٩٧٣، حيث انخفض الى ٤ر٥٪ للفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٠.

جدول (٧ - ٣) : الطاقة التكريرية في العالم واستهلاك المنتجات النفطية، ١٩٤٠ - ١٩٨٠.

	١٩٤٠	١٩٦٠	١٩٧٣	١٩٨٠	١٩٨٤
الطاقة التكريرية (ألف برميل/يوم)	٦ر٨٦٨	٢٤ر٤٧٠	٦٠ر٢١٤	٨١ر٩١٨	٧٥ر٠٠٠
استهلاك المنتجات (ألف برميل/يوم)	٥ر٤٩٤	٢١ر٨١٢	٥٦ر٥٩١	٦١ر٥٨٥	٥١ر٠٠٠
نسبة الاستهلاك الى الطاقة التكريرية (٪)	٨٠	٨٩	٩٤	٧٥	٦٨
معدلات النمو:	١٩٤٠ - ١٩٦٠	١٩٦٠ - ١٩٧٣	١٩٧٣ - ١٩٨٠	١٩٨٠ - ١٩٨٤	
الطاقة التكريرية	٦ر٥ ٪	٧ر٢ ٪	٤ر٥ ٪	- ٤ر٨ ٪	
استهلاك المنتجات	٧ر٠ ٪	٧ر٦ ٪	١ر٢ ٪	- ١٧ر٢ ٪	

المصدر : F. Fesharaki and D. Isaak, OPEC, the Gulf, and, the World Petroleum Market, Table 2.8, Page 72, Westview, 1983.

أمـا الفـترة ١٩٨٠ - ١٩٨٤ فقـد تميـزت بمعدل نمو سالـب (- ٤ر٨٪) وذلك لقيـام عدد كبـير من المصـافي بتصفيـة عملياتها. ومن المعروف ان اسباب استمرار النمـو في الطـاقـة التكريرية بعد سنة ١٩٧٣ وحتى سنة ١٩٨٠ هووجود الطلبيات التي كان قد بدأ العمـل بها قبـل حدوث التطـورات السعـرية سنة ١٩٧٣ وكذلك نتيجـة لقيـام الـدول المنتجـة للنفـط وخصـوصا الاعضاء في الاوبك ببناء مصاف خاصة بها وذلك لمجابهة النمو في الطلب على المنتجات في هذه الدول.

أما الاستهلاك العالمي من المنتجات النفطية فقد كان ايضا ينمو بمعدل مرتفع خلال الفترة ١٩٤٠ - ١٩٧٣ (حوالي ٧٪) ولكن التطورات السعرية بعد ١٩٧٣ أدت الى تراجع معدل النمو بشكل حاد ليصل الى ٢ر١٪ خلال الفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٠. أما خلال الفترة ١٩٨٠ - ١٩٨٤ فان معدل النمو في استهلاك المنتجات كان سالبـا. فقـد انخفض استهـلاك المنتجات النفطية في العالم خلال هذه الفترة ليصل الى حوالي ٥١ مليون برميل / اليوم.

ومن خلال مقـارنـة نسب الاستهـلاك الى الطاقة التكريرية نلاحظ ان المصافي كانت تعمـل بأعلى طاقتهـا سنـة ١٩٧٣ حيث بلغت نسبـة التشغيـل ٩٤٪. وقد انخفضت هذه النسبة تدريجيا بعد تلك السنة لتصل الى ٧٥٪ سنة ١٩٨٠ و٦٨٪ سنة ١٩٨٤. وهذه النسب المنخفضة تدل على فائض كبير في الطاقة التكريرية في العالم وهي مؤشر على تنامي عمليات اقفال المصافي في المستقبل.

أما بالنسبة للتوزيع الجغرافي للطاقة التكريرية في العالم فان الجدولين (٧ - ٤) و(٧ - ٥) يبينـان ذلـك حسب المجموعات الجغرافية المختلفة وتبعا لاهم الدول. يلاحظ ان الدول الغربية الصناعية واليابان تحوز فيما بينها على ما يقارب من نصف تلك الطـاقـة، في حين تمتلك الـدول الاشتراكية نحو ٢٣٪ والدول العربية ٦٪. هذا وتمتلك الـدول العشـر المـذكـورة في جدول (٧ - ٥) حوالي ٦٣٪ من اجمـالي الطاقة التكريرية في العالم.

جدول (٧ - ٤) : الطاقة التكريرية في العالم حسب المناطق، ١٩٦٥ - ١٩٨٥ .
(مليون برميل/ يوم)

المنطقة	١٩٦٥	١٩٧٣	١٩٧٩	١٩٨٣	١٩٨٥	النسبة الى المجموع (٪) ١٩٨٥
امريكا الشمالية	١١ر٣٥	١٦ر٠٩	١٩ر٩٦	١٧ر٧٠	١٧ر٥	٢٣ر٨
امريكا اللاتينية	٣ر٩٩	٧ر٢١	٨ر٦٣	٨ر٠٥	٧ر٢	٩ر٨
اوروبا الغربية	٨ر٣٠	١٨ر٦٩	٢٠ر٥٣	١٦ر٨٦	١٤ر٨	٢٠ر٢
الشرق الاوسط	١ر٦٩	٢ر٧٥	٣ر٦٨	٣ر٩٤	٤ر٤	٦ر٠
افريقيا	٠ر٥٧	١ر١٠	١ر٦٩	٢ر٢٦	٢ر٥	٣ر٤
آسيا والشرق الأقصى	٢ر٨٤	٨ر١١	٩ر٤٥	٩ر٦٨	٩ر٦	١٣ر١
اوقيانوسيا	٠ر٤٨	٠ر٧٦	٠ر٨٤	٠ر٨٤	٠ر٧	١ر١
دول التخطيط المركزي	٣ر٩٨	٩ر٦٩	١٥ر١٤	١٦ر٦٧	١٦ر٦	٢٢ر٦
العالم	٣٣ر٢٠	٦٤ر٤٠	٧٩ر٩١	٧٦ر٠٠	٧٣ر٤	١٠٠ر٠

المصدر: التقرير الاحصائي للأوبك، منظمة الأقطار المصدرة للنفط، ١٩٨٥ .

وفيما يختص باستهلاك المنتجات النفطية في العالم وتوزيع الاستهلاك حسب المجموعات الجغرافية فان جدول (٧ - ٦) يستعرض استهلاك العالم من هذه المنتجات خلال الفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٣ . ويتبين من الجدول ان الدول الاعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية تستهلك ما يقارب من ٥٤٪ من اجمالي استهلاك العالم من المنتجات النفطية .

جدول (٧ - ٥) : الطاقة التكريرية في العالم حسب الدول، ١٩٧٥ - ١٩٨٥ .
(مليون برميل/ يوم)

الدولة	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥	النسبة (٪)
الولايات المتحدة	١٥٫٢	١٨٫٣	١٥٫٢	٢٠٫٧
الاتحاد السوفيتي	٩٫١	١٠٫٧	١٢٫٠	١٦٫٤
اليابـــان	٥٫٢	٥٫٧	٥٫٠	٦٫٨
ايطاليـا	٤٫٣	٤٫١	٢٫٦	٣٫٥
فرنســا	٣٫٣	٣٫٣	٢٫٣	٣٫٠
الصيــن	١٫٣	١٫٩	٢٫٢	٢٫٩
كنــدا	٢٫١	٢٫٢	٢٫١	٢٫٨
بريطانيــا	٣٫٠	٢٫٥	١٫٨	٢٫٤
المانيا الغربية	٣٫١	٣٫١	١٫٨	٢٫٤
المكسيـك	٠٫٨	١٫٥	١٫٧	٢٫٣
العالـــم	٧١٫٢	٨١٫٢	٧٣٫٣	١٠٠٫٠

المصدر : BP Statistical Review of World Energy, June 1986.

أمـا الـدول الاشـتراكيـة فنسبة استهلاكها الى العالم حوالي ٢٠٪ في حين تبلغ حصة الدول العربية حوالي ٤٫٣٪ . والملاحظ من الجدول المذكور ان الاستهلاك العـــالمي قد بدأ بالانخفـاض بعـد سنـة ١٩٨٠ ويأتي معظم هذا الانخفـاض في الاستهـلاك من الـدول الغـربية الصناعية، حيث تدل معدلات النمو خلال تلك الفترة (٨٠ - ١٩٨٣) على تراجع مستمر بمعدل ١١ - ١٣٪ سنويا.

جدول (٧ - ٦) : استهلاك المنتجات النفطية في العالم، ١٩٧٣ - ١٩٨٣ .
(مليون طن / سنة)

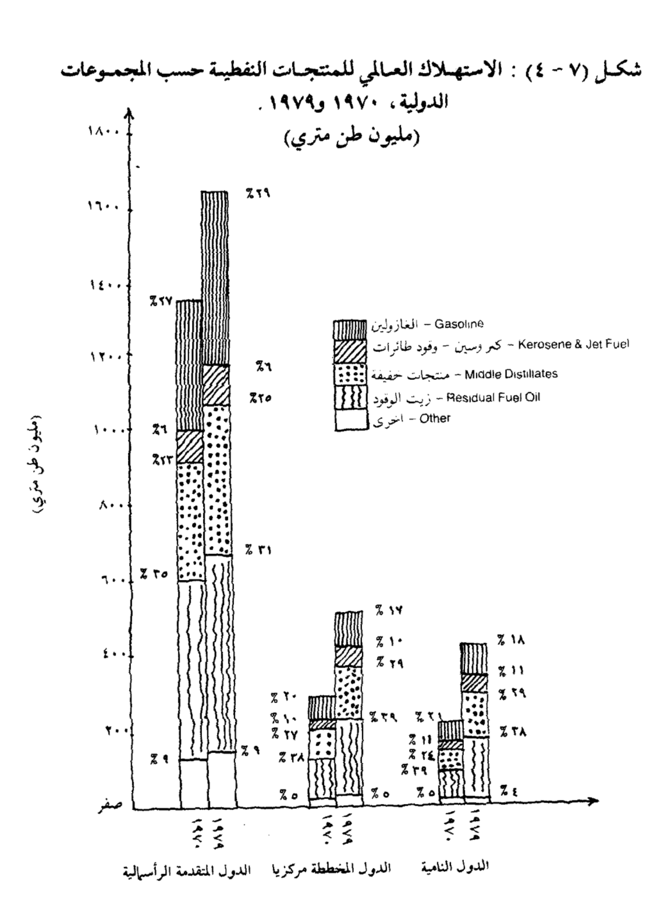
المنطقة	١٩٧٣	١٩٧٧	١٩٨٠	١٩٨١	١٩٨٣	التغير (٪) ١٩٨٠-١٩٨٣
الولايات المتحدة	٨١٨	٨٦٦	٧٩٤	٧٤٦	٧٠٠	(١١٫٨)
اوروبا الغربية	٧٤٩	٦٩٧	٦٨٠	٦٣٣	٥٨٦	(١٣٫٨)
اليابان	٢٦٩	٢٦٠	٢٣٨	٢٢٤	٢٠٦	(١٣٫٤)
الدول العربية	٢٦	٥٥	٧١	٧٨	٩٤	٣٢٫٤
الدول الاشتراكية	٤٠٧	٤٩٨	٥٤٢	٥٤٢	٥٤٠	(٠٫٤)
بقية دول العالم	٣٦٥	٤٧٣	٥٤٣	٥٨٥	٦١٣	١٢٫٩
المجموع العام	٢٦٣٤	٢٨٤٩	٢٨٦٨	٢٨٠٨	٢٧٣٩	(٤٫٥)

المصدر : تقرير الأمين العام السنوي الحادي عشر (١٩٨٤)، منظمة الأوابك.
ملاحظة : الأرقام ضمن الأقواس تعني سالبا.

وبالنسبة لأنواع المنتجات المستهلكة وتقسيمها حسب المجموعات الدولية فان الشكل (٧ - ٤) يوضح ذلك للسنتين ١٩٧٠ و١٩٧٩ . ويتبين من الشكل ان نسبة كبيرة من استهلاك الدول المتقدمة الرأسمالية هو على شكل غازولين (٢٩٪ من الاستهلاك الاجمالي من المنتجات) في حين بلغت هذه النسبة ١٧٪ للدول الاشتراكية و١٨٪ للدول النامية . ويعكس ذلك اعتماد الدول الغربية على وسائل المواصلات الشخصية في حين تعتمد الدول الاخرى على الوسائل الجماعية . وحيث ان وسائل المواصلات الجماعية تستخدم زيت الوقود فان نسبة استهلاك زيت الوقود في الدول النامية والاشتراكية بلغت ٣٨٪ و٣٩٪ على التوالي في حين بلغت تلك النسبة للدول الصناعية الغربية حوالي ٣١٪ . أخيرا نشير الى استهلاك المجموعات الدولية من المخلفات الاخرى وهي الزيوت الثقيلة ،

شكل (٧ - ٤) : الاستهلاك العالمي للمنتجات النفطية حسب المجموعات الدولية، ١٩٧٠ و١٩٧٩.

(مليون طن متري)



المصدر: F. Fesharaki, D. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, table (2-1), Westview, 1983.

جدول (٧ - ٧) : تطور استهلاك المنتجات خارج العالم الاشتراكي، ١٩٧٥ - ١٩٨٥.
(مليون طـن)

المنطقة / الدولة	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥	النسبة (٪)
الولايات المتحدة	٧٦٥٫٩	٧٩٤٫١	٧٢٤٫١	١٠٠٫٠
١) الغازولين	٣٠٤٫٥	٣٠٥٫٧	٣٠٤٫٧	٤٢٫١
٢) المكثفات	١٩٠٫٠	٢٠٧٫٩	٢٠٣٫٨	٢٨٫١
٣) زيت الوقود	١٢٩٫٤	١٣٣٫٠	٦٦٫١	٩٫١
٤) اخـرى	١٢٤٫٠	١٤٧٫٥	١٤٩٫٥	٢٠٫٧
اوروبا الغربية	٦٥١٫١	٦٦٥٫٠	٥٦٦٫٨	١٠٠٫٠
١) الغازولين	١٢٤٫٧	١٣٧٫١	١٣٥٫٣	٢٣٫٩
٢) المكثفات	٢١٩٫٢	٢٣٣٫٠	٢٢٤٫٩	٣٩٫٧
٣) زيت الوقود	٢٢٤٫٧	٢٠٣٫٤	١١٩٫٧	٢١٫١
٤) اخـــرى	٨٢٫٥	٩١٫٥	٨٦٫٩	١٥٫٣
الدول النامية	٣٩٣٫٧	٥٢٢٫٨	٥٥٩٫١	١٠٠٫٠
١) الغازولين	٧٤٫٤	٩٢٫٥	١٠١٫٣	١٨٫١
٢) المكثفات	١٢٦٫٠	١٧٠٫١	١٩٨٫٤	٣٥٫٥
٣) زيت الوقود	١٣٦٫٩	١٨٨٫٥	١٧٣٫٦	٣١٫١
٤) اخـــرى	٥٦٫٤	٧١٫٧	٨٥٫٨	١٥٫٣

المصدر: BP Statistical Review of World Energy, Various Issues.

ملاحظة : ١) الغازولين يشمل وقود السيارات والطائرات والمنتجات الخفيفة الأخرى.
٢) المكثفات تشمل انواع الكيروسين وزيت الغاز وزيت الديزل.
٣) زيت الوقود ويشمل وقود السفن.
٤) الأخـرى تعني الغـاز، غاز البترول المسـال والمـذيبـات والشحـوم والبتيـومين والشموع والوقود المستخدم في محطات التكرير والفاقد.

ويلاحظ ارتفاع نسبة استهلاكها في الدول الغربية (٩٪) مقارنة بالدول النامية والاشتراكية (٤٪ و٥٪ على التوالي) ويرجع السبب في ذلك الى ان هذه الزيوت تستخدم وقودا في انتاج الكهرباء بالدول الغربية في حين تستخدم الدول النامية والاشتراكية الفحم في انتاج الكهرباء. ونستعرض أخيرا جدول (٧ - ٧) الذي يبين تطور استهلاك المنتجات المختلفة لبعض الدول والمناطق المهمة. من الملاحظ ان دور الغازولين قد تراجع قليلا في الدول الاوروبية في حين بقي ثابتا في الولايات المتحدة خلال الفترة ١٩٧٥ الى ١٩٨٥. أما الدول النامية فقد ازداد استهلاكها من الغازولين بشكل سريع رغم ان الاسعار ارتفعت بحدة خلال هذه الفترة. أما بخصوص زيت الوقود فمن الملاحظ ان استهلاكه انخفض في الدول الغربية بحدة، مما يدل على تحول هذه الدول نحو الفحم والغاز الطبيعي والطاقة النووية.

نستنتج من هذا العرض السريع ان الغازولين نظرا لصعوبة استبداله قد احتفظ تقريبا بأهميته في هيكل استهلاك المنتجات النفطية في معظم المناطق، في حين اخذ زيت الوقود يتراجع نظرا لمرونته السعرية العالية بسبب وجود عدد من البدائل له في استخداماته المختلفة.



مراجع الفصل السابع

- Fereidun Fesharaki and David T. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Westview Press, Inc., U.S.A, 1983.
- G.D. Hobson, Editor, Modern Petroleum Technology, 5th Edition, Part Two, John Wiley & Sons, U.S.A., 1984.
- James G. Speight, The Chemistry and Technology of Petroleum, Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A., 1980.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.
- Organization of Petroleum Exporting Countries, Basic Oil Industry information, OPEC Publications, Vienna, Austria, 1983.
- James H. Gary & Glenn E. Handwerk, Petroleum Refining : Technology and Economics, Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A., 1975.

- أحمد نور الدين، **عمليات التكرير واقتصادياته**، في دراسات مختارة في الصناعة النفطية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، ١٩٧٩.

الفصل الثامن
الصناعات النفطية الأخرى :
استغلال الغاز الطبيعي

(Oil-Related Activities : Natural Gas Utilization)

أ- طبيعة تواجد الغاز الطبيعي واحتياطياته .

ب- طرق استغلال الغاز الطبيعي .

ج- استغلال الغاز الطبيعي تاريخيا .

د- الانتاج والاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي .

هـ- تجارة الغاز الطبيعي :

(هـ - ١) تطور تجارة الغاز الطبيعي .

(هـ - ٢) تكاليف النقل بالأنابيب والناقلات .

(هـ - ٣) معوقات نمو تجارة الغاز الطبيعي .

(هـ - ٤) انماط تسعير الغاز الطبيعي .

- المراجع .

أ - طبيعة تواجد الغاز الطبيعي واحتياطياته

ذكرنا في الفصل الثالث ان الغاز الطبيعي هومزيج من الهيدروكربونات الشبيهة بالنفط من حيث الجيولوجية والجغرافية والتركيب الكيماوي . وتشكل غازات الميثان والايثان والبروبان والبيوتان والبنتان أهم مكونات الغاز الطبيعي وجميعها مركبات بارافينية اي على شكل سلاسل مستقيمة . ويعتبر الميثان أبسطها من حيث التركيب الكيماوي لاحتوائه على ذرة كربون واحدة . كما ان الغاز يحوي بعض الشوائب الغازية كالغازات الكبريتية والنيتروجينية وثاني اكسيد الكربون .

يتواجد الغاز الطبيعي في الارض اما مع النفط ويسمى عندئذ غازا مصاحبا (Associated Gas) أو بمفرده في مكامن مستقلة ويطلق عليه غير مصاحب (Non - Associated Gas) . ويصنف الغاز الى صنفين تبعا لنسبة مكوناته . فهناك الغاز الطبيعي الجاف (Dry Gas) وهو عديم المحتوى من الهيدروكربونات القابلة للتكثيف في ظروف الضغط والحرارة العياريين ، في حين يطلق مصطلح غاز رطب (Wet Gas) على أصناف الغاز التي تشتمل على هيدروكربونات قابلة للتكثيف . ويرجع السبب في تسمية هذا الصنف بالغاز الرطب الى تكثف غاز البنتان عند الضغط الجوي مكونا سائلا يسمى الغازولين الطبيعي (Natural Gasoline) .

وفيما يختص بالشوائب الموجودة في الغاز الطبيعي فانه عادة ما يتم التفريق بين الغازات المختلفة على أساس المحتوى الكبريتي حيث يسمى الغاز الذي يحوي قدرا صغيرا من الشوائب الكبريتية بحيث لا يحتاج الى تنقيته قبل الاستخدام بالغاز الطبيعي الحلو (Sweet Gas) . في حين يسمى الغاز الذي يتطلب التنقية لارتفاع نسبة الكبريت فيه بالغاز الطبيعي الحامض (Sour Gas) .

ولمقارنة أصناف الغاز الطبيعي من حيث الخواص التجارية كالمحتوي الحراري والوزن النوعي هناك مقياس رقم واب (.Wobbe No) ويحسب كالآتي (الوحدات القياسية مبينة بين قوسين) :

رقم واب (Wobbe No.) = المحتوى الحراري ÷ (الوزن النوعي)$^{\frac{1}{2}}$

(ب ت يو / قدم مكعب) (ب ت يو / قدم مكعب) (رقم مطلق)

ويذكر ان الوزن النوعي للغاز الطبيعي يتراوح بين ٨٥ر٠ الى ٧٩ر٠ تبعا لمحتواه من الغازات المختلفة مقارنة مع الوزن النوعي للماء الذي يعادل واحدا صحيحا. من الواضح ان رقم واب يتناسب طرديا مع المحتوى الحراري وعكسيا مع الوزن النوعي. ويعتبر الغاز الطبيعي عموما اكثر جودة كلما ارتفع رقم واب المتعلق به. ويوضح جدول (٨ - ١) المحتوى الحراري لمكونات الغاز الطبيعي ونسبة كل مركب في الحجم الكلي وذلك للغاز الجاف والرطب. ومن الملاحظ ان غاز الميثان هو المركب الاساسي من حيث نسبته في الحجم مع تميزه بانخفاض محتواه الحراري مقارنة مع المكونات الاخرى.

جدول (٨ - ١) : مكونات الغاز الطبيعي

المركب	المحتوى الحراري (ب ت يو/ قدم مكعب)	النسبة في الحجم (٪)	
		الغاز الجاف	الغاز الرطب
الغاز الطبيعي التجاري	١٠٢٠ - ١٠٥٠	-	-
الميثان (Methane)	١٠١٢	٩٦ر٠٠	٨٤ر٦٠
الأيثان (Ethane)	١٨٠٠	٢ر٠٠	٦ر٤٠
البروبان (Propane)	٢٥٢٠	٠ر٦٠	٥ر٣٠
البيوتان (Butane)	٣١٠٦	٠ر٣٠	٢ر٦٠
البنتان (Pentane)	٣٣١٧	٠ر٢٠	٠ر٦

المصـــدر : E.N. Tiratsoo, Natural Gas,3rd Edition, Page 7, Table 1/5, Scientific Press Ltd, Beaconsfield, England, 1979.

ملاحظة: عادة ما يستخدم مقدار السوائل المستخلصة من الغاز الطبيعي في ظروف الضغط والحرارة العياريين لتصنيفه الى رطب او جاف. فالغاز الذي يحوي اكثر من ليترا واحدا من المكثفات لكل ٧٥ مترا مكعبا من الغاز يعتبر رطبا بينما يعتبر جافا اذا كانت كمية المكثفات اقل من ذلك.

والجدير بالذكر انه بالاضافة الى تواجد الغاز الطبيعي في المناطق الرسوبية المميزة الا انه يتواجد ايضا في مناطق من العالم ذات صفات جيولوجية مختلفة تماما. فعلى سبيل المثال يتواجد الغاز الطبيعي في حقول الفحم وفي بعض التكوينات الصخرية الضيقة وكذلك في المناطق المتجمدة وقيعان المحيطات.

وللتعرف على التوزيع الجغرافي للاحتياطيات المؤكدة والاضافية وذلك لبعض المجموعات الدولية انظر جدول (٣ - ١٢) في الفصل الثالث. يلاحظ ان ارقام الاحتياطي لا تفرق بين احتياطيات الغاز المصاحب وغير المصاحب، الا انه بشكل عام يمكن القول بأن احتياطيات الغاز المصاحب تشكل ما نسبته ٢٨٪ من اجمالي الاحتياطيات وتتركز بشكل اساسي في الدول ذوات الاحتياطي النفطي الضخم كالمملكة العربية السعودية والكويت والعراق وبعض الدول الاخرى. ولدراسة تطور الاحتياطي المؤكد من الغاز الطبيعي وفق المجموعات الجغرافية المختلفة للفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥ نستعرض جدول (٨ - ٢). يتضح من الجدول ان التوزيع الجغرافي لاحتياطيات الغاز يتسم باتساعه (مقارنة مع النفط الخام) ونموه المضطرد خلال الفترة المذكورة. فقد ارتفع احتياطي العالم من الغاز الطبيعي ليصل الى ٩٩٫٥٤٦ بليون متر مكعب (حوالي ٥٧٧ بليون برميل مكافىء نفط) سنة ١٩٨٥. ويلاحظ من الجدول عدم تجانس النمو في الاحتياطي في المناطق المختلفة، حيث ارتفعت حصة دول الشرق الاوسط ودول التخطيط المركزي لتصل ٢٧٫٥٪، و٤٠٫١٪ بالترتيب في حين انخفضت نسبة الولايات المتحدة لتصل ٨٪ سنة ١٩٨٥. ويعزى الانخفاض في حصة الولايات المتحدة في مجمل الاحتياطي العالمي الى عدم حدوث اية اضافات مهمة لتعويض الاستهلاك المستمر، كما ان الولايات المتحدة كانت قد تعرضت لمقدار كبير من البحث والتنقيب في الفترة السابقة لسنة ١٩٦٥. وفي المقابل شهدت دول العالم الاخرى نموا كبيرا في جهود الاستكشاف مما ادى الى اكتشاف مقادير مهمة من الغاز الطبيعي وبالخصوص في منطقة الشرق الاوسط والاتحاد السوفيتي وبعض الدول الافريقية.

جدول (٨ - ٢) : تطور احتياطيات الغاز الطبيعي وفق المناطق الجغرافية، ١٩٦٥ - ١٩٨٥.

(بليون متر مكعب)

المنطقة	١٩٦٥	١٩٧٠	١٩٧٩	١٩٨٠	١٩٨٥
امريكا الشمالية	٩٢٥٥ (٣٦ر٦)	٩٧٤٥ (٢١ر٧)	٨٠٧٥ (١٣ر٤)	٨١٠٨ (٩ر٧)	٨١٠٠ (٨ر١)
امريكا اللاتينية	١٧٧٠ (٧ر٠)	١٨٣٩ (٤ر١)	٢٣٣٦ (٣ر٩)	٤٦٤٣ (٥ر٦)	٥٥٢٩ (٥ر٦)
اوروبا الغربية	١٨٢٤ (٧ر٢)	٤١٣٣ (٩ر٢)	٤٣٤١ (٧ر٢)	٤٣٧٩ (٥ر٣)	٥٥٢٣ (٥ر٦)
الشرق الأوسط	٦١٧٠ (٢٤ر٤)	١٠٠٠٥ (٢٢ر٢)	١٥٣٧٧ (٢٥ر٤)	٢٤٢٢٣ (٢٩ر٠)	٢٧٤١٥ (٢٧ر٥)
افريقيا	٢١٦٤ (٨ر٦)	٥٢٢٦ (١١ر٦)	٥٨١١ (٩ر٦)	٥٨٩٠ (٧ر١)	٥٨٤٠ (٥ر٩)
اسيا والشرق الأقصى	٨٠١ (٣ر٢)	١٠٧٦ (٢ر٤)	٢١٨٧ (٣ر٦)	٣٣٥٢ (٤ر٠)	٥٥٨٤ (٥ر٦)
اوقيانوسيا	١٣٧ (٠ر٥)	٤٠٤ (٠ر٩)	١٠٣٦ (١ر٧)	١٠٢٢ (١ر٢)	١٦٧٨ (١ر٧)
دول التخطيط المركزي	٣١٩٥ (١٢ر٦)	١٢٥٧٥ (٢٧ر٩)	٢١٣٤٦ (٣٥ر٣)	٣١٨٢١ (٣٨ر١)	٣٩٨٧٦ (٤٠ر١)
العالـم	٢٥٣١٥ (١٠٠ر٠)	٤٥٠٠١ (١٠٠ر٠)	٦٠٥٠٨ (١٠٠ر٠)	٨٣٤٣٨ (١٠٠ر٠)	٩٩٥٤٦ (١٠٠ر٠)
الأوبـك	٩١٦٢ (٣٦ر٢)	١٥٨٥٩ (٣٥ر٢)	٢٢٥٣٧ (٣٧ر٢)	٣١٥٧٥ (٣٧ر٨)	٣٥٦٨٤ (٣٥ر٨)

المصدر · التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، ص ٣٨، جدول ٣٤، ١٩٨٥

ملاحظة : الأرقام بين قوسين تعني النسبة الى مجموع العالم (٪).

وبالنسبة لتوزيع الاحتياطي وفق اهم الدول سنة ١٩٨٤ ينظر جدول (٨ - ٣) . نلاحظ ان الاتحاد السوفيتي وايران تحوزان على ما يقارب من ٣٨٪ و١٤٪ من مجمل الاحتياطي العالمي . أما الدول الاخرى التي تمتلك كميات لا بأس بها فهي الولايات المتحدة ٥ر٨٪ وقطر ٤ر٤٪ والسعودية والجزائر ٧ر٣٪ لكل منها . ونشير أخيرا الى ان اهم عشر دول وهي : الاتحاد السوفيتي وايران وقطر والسعودية والامارات والجزائر والنرويج والمكسيك والولايات المتحدة وكندا تحوز فيما بينها على ٨٠٪ من الاحتياطي العالمي المؤكد في العالم.

من الضروري ان نشير هنا الى ان ارقام الاحتياطي ليست بالدقة التي تمكننا من الاعتماد عليها وذلك لعدة اسباب هي : عدم اتفاق الدول على تعريف الاحتياطي المذكور، لذلك فان ارقام الاحتياطي لا تعني الشيء نفسه في الدول المختلفة. كذلك من المعروف ان الاحتياطيات المعروفة غير متوافرة بنفس الدرجة حيث ان بعضها متواجد في مناطق قريبة واخرى في مناطق نائية. وهناك ايضا احتياطيات مرتبطة بالنفط الخام حيث ان انتاجها يعتمد على معدلات انتاج النفط مما يمنع انتاج الغاز بصفة مستقلة. كما ان هناك اختلافات كبيرة بين الاحتياطيات المختلفة من حيث المحتوى الحراري بسبب اختلاط الغاز مع مركبات اخرى. أخيرا، يشكل الفاقد من الانتاج نسبة كبيرة من الانتاج الاجمالي مقارنة مع المصادر الاخرى الا انه بشكل عام تنخفض نسبة الفاقد بشكل كبير في حالة احتياطيات الغاز غير المصاحب حيث تصل نسبة الانتاج الى ٩٠٪ من اجمالي الكميات نظرا لقدرة الغاز الفائقة على التحرك خلال المسامات الصخرية. أما في حالة الغاز المصاحب فان نسبة الانتاج تكون منخفضة حيث تصل في بعض الاحيان الى اقل من ٥٠٪ . هذا مع العلم ان النفوط المختلفة تختلف من حيث نسبة الغاز الى النفط حيث تصل هذه النسبة في دول اميركا اللاتينية حوالي ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ قدم مكعب لكل برميل في حين تنخفض هذه النسبة في آبار الشرق الاوسط لتصل حوالي ٢٠٠ - ٧٠٠ قدم مكعب للبرميل. وتعني هذه الارقام على سبيل المثال انه في حالة كون النسبة ١٠٠٠ قدم مكعب للبرميل فان انتاج بليون قدم مكعب من الغاز الطبيعي يتطلب انتاج مليون برميل نفط.

جدول (٨ - ٣) : احتياطيات وانتاج الغاز الطبيعي وفق أهم الدول، ١٩٨٤.

الدولة	الاحتياطي (بليون متر مكعب)	الانتاج[1] (بليون متر مكعب)	عمر الاحتياطي (سنوات)
الاتحاد السوفيتي	٣٧٥٠٠	٥٨٧ر٠	٦٣ر٩
ايـــران	١٣٧٧٥	٣٠ر٥	٤٥١ر٦
الولايات المتحدة	٥٦٧٠	٤٨٧ر٥	١١ر٦
قطـــر	٤٢٨٠	٦ر٨	٦٢٩ر٤
الجزائر	٣٦١٠	٩٣ر٨	٣٨ر٥
السعودية	٣٦٠٨	٢٩ر١	١٢٤ر٠
الامارات	٣١٥٠	١٨ر٠	١٥٧ر٠
كنــدا	٢٦٦٠	٧٨ر٢	٣٤ر٠
النرويج	٢٢٣٦	٢٧ر٣	٨١ر٩
المكسيك	٢١٧٢	٢٩ر٤	٧٣ر٩
هولندا	١٨٩٠	٧٥ر١	٢٥ر٢
فنزويلا	١٦٥٠	١٧ر٣	٩٥ر٤
استراليا	١٤٨٢	١١ر٤	١٣٠ر٠
ماليزيا	١٣٩٠	٩ر٢	١٥١ر١
نيجيريا	١٣٣٠	١٦ر٣	٨١ر٦
اندونيسيا	١١٣٣	٤٣ر١	٢٦ر٣
الكويت	١٠٣٨	٥ر٨	١٧٩ر٠
الصيــن	٨٥٠	١٨ر٠	٤٧ر٢
العراق	٨١٦	٤ر٩	١٦٦ر٥
بريطانيا	٧٢٥	٤٠ر٢	١٨ر٠
الأرجنتين	٦٧٣	١٣ر٥	٤٩ر٩
ليبيا	٦٠٠	١٢ر٤	٤٨ر٤
العالـم	٩٨٣٢٨	١٨٤٧ر٦	٥٣ر٢
الأوبك	٣٥١٢٠	٢٩٥ر٨	١١٨ر٧
	(٣٥ر٧)	(١٦ر٠)	

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، الجداول ٣٥، ٤١، ٤٢، ص ٣٨ و٦٠، سنة ١٩٨٤.

ملاحظات: (١) بالنسبة للدول خارج الأوبك فان ارقام الانتاج تمثل الانتاج المستغل وليس الكلي لكون الحقن والحرق يمثلان نسبة ضئيلة من الانتاج الاجمالي. أما بالنسبة لدول الأوبك فان الانتاج هو الكلي وذلك لصغر الكمية المستغلة.

ب - طرق استغلال الغاز الطبيعي

ان استغلال الغاز الطبيعي يعتمد على الظروف المحيطة بالانتاج وعلى طبيعة الاحتياطي. ففي حالة الغاز غير المصاحب فان الآبار الحاوية للغاز تستغل فقط عند وجود اسواق قريبة تضمن الاستغلال الاقتصادي لها. وفي حالة عدم وجود فرص الاستفادة فانها تغلق بانتظار الظروف الملائمة. أما الغاز المصاحب للنفط فانه لا مجال للسيطرة على الكميات المنتجة منه لارتباط ذلك بمقدار النفط المنتج لذلك فان الغاز المنتج في هذه الحالة يستغل عند توافر امكانات استغلاله اقتصاديا والا فانه يحرق لمنع تسربه الى الغلاف الجوي لخطورته. ويستغل جزء من الغاز في توفير احتياجات الطاقة وبعض عمليات الحقن للمحافظة على الضغط المكمني.

هناك عدة طرق لاستغلال الغاز الطبيعي المنتج سواء كان مصاحبا اوغير مصاحب وهي :

أولا : اسالة البروبان والبيوتان بعد فصلهما من الغاز الطبيعي من خلال تعريض هذين الغازين لضغط مرتفع، ويسمى السائل الناتج غاز البترول المسال (Liquified Petroleum Gas). أما استخدامات غاز البترول المسال فهي منزلية كوقود للطبخ والتدفئة أو في الصناعة كالأفران.

ثانيـا : اسـالـة الميثان والايثان عن طريق التبريد الشديد والضغط المرتفع لانتاج الغـاز الطبيعي المسـال (Liquified Natural Gas) ومن ثم تصـديره للخـارج حيث يستخـدم في المصـافي كوقود او كلقيم في الصناعات البتر وكيماوية بعد اعادة تحويله الى غاز. ويمكن استخـدام هذا السـائـل في وسـائـل المواصلات المعدة خصيصا لاستخدام هذا الوقود.

ثالثـا : في حالـة وجـود اسـواق قريبة فان من الممكن شحن الغاز الطبيعي الجاف مباشـرة الى المستهلكين عن طريق الانابيب لاستخدامه مصدرا للطاقة في تدفئة المنازل او كوقود في محطات انتاج الكهرباء او لقيما في الصناعات الكيماوية والبتر وكيماوية.

رابعـا : استخـدام الغازولين الطبيعي النـاتج من اسالة غاز البنتان في عمليات المعالجة في المصافي لتحسين جودة النفط الخام ومنتجاته المختلفة.

خامسـا : استخـدام الغـاز الطبيعي في حقـول النفـط كمصـدر للطـاقـة لانتاج الكهرباء ولعمليات الحقن للمحافظة على الضغط المكمني.

سادسا : انتاج الكبريت من الغازات الكبريتية بعد فصلها من الغاز الطبيعي، حيث يستخدم الكبريت في مختلف الصناعات الكيماوية كالاسمدة والاحماض والبتر وكيماويات.

سابعا : لما كان الغاز الطبيعي يحوي في بعض الاحيان كميات كبيرة من غاز ثاني اكسيـد الكـربون أو الهليوم، فانه نظرا للاهمية التجارية لهذه الغازات فهي عادة ما تستخلص منه.

وتجـدر الاشـارة هنـا الى ان معظم الكميـة المنتجـة من الغاز الطبيعي في العالم تستغـل في الاغـراض المختلفـة ولا تشكـل عمليـات الحقن (Injection) والحـرق (Flaring) سوى نسبة ضئيلة من الكمية الاجمالية. فقد بلغت كمية الغاز المستخدمة في الحقن والمحروقة في العالم حوالي ١١٥ر٧ بليون متر مكعب (٦٧١ مليون برميل مكـافىء نفـط) و١٦٩ر٣ بليـون متر مكعب (٩٨٢ مليـون برميـل مكـافىء نفـط)

بالترتيب في سنة ١٩٨٠ . تمثل هذه الكميات ما نسبته ٦ر٥٪ حقن و٩ر٥٪ حرق من الانتاج العالمي الذي بلغ ١٧٨٨ر٠ بليون متر مكعب سنة ١٩٨٠ . أما الدول التي تمارس معظم الحرق والحقن فهي الدول الاعضاء في منظمة الأوبك، فقد بلغت الكمية المحروقة من الغاز الطبيعي سنة ١٩٨٠ حوالي ١١٦ر٤ بليون متر مكعب (٦٧٥ مليون برميل مكافىء نفط) من مجمل انتاج الاوبك من الغاز الطبيعي الذي بلغ ٢٧٠ر٧ بليون متر مكعب (أي بنسبة ٤٣٪) . أما الكمية المستخدمة في حقن الآبار فقد بلغت ٤٩ر٢ بليون متر مكعب وذلك بنسبة ١٨٪ من اجمالي الانتاج. يتضح من الاحصائيات المذكورة والمبينة في جدول (٨ - ٤) ان الدول الاعضاء في الاوبك اسهمت بنسبة ٦٩٪ من مجمل الحرق في العالم وبنسبة ٤٣٪ من عمليات الحقن. أما الكمية المستغلة فانها لا تمثل سوى ٣٩٪ من مجمل انتاج الأوبك و٧٪ من اجمالي انتاج العالم.

أما استخدامات الغاز الطبيعي سنة ١٩٨٤ فهي موضحة ايضا في جدول (٨ - ٤) ، يتبين من الجدول ان دول الاوبك قد استطاعت ان ترفع من نسبة استغلالها للغاز المنتج (٤٥ر١٪ مقارنة مع ٣٩٪ في سنة ١٩٨٠) . كذلك اصبحت الاوبك تحرق مقادير اقل من السابق مع العلم ان الانتاج الكلي قد ازداد ليصل الى ٢٩٥ر٩ بليون متر مكعب.

تجدر الاشارة هنا الى ان الدول الخليجية الاعضاء في الاوبك تمارس مقدارا اكبر من الحرق مقارنة مع الدول الاخرى الاعضاء وان معظم الانخفاض في كمية الغاز المحروقة في هذه الدول ناتج من انخفاض انتاج الغاز بسبب كونه مصاحبا للنفط وليس بسبب زيادة كفاءة الاستخدام.

ونشير أخيرا الى ان عمليات الحرق والحقن في العالم خارج الاوبك تمثل مقدارا ضئيلا من اجمالي انتاج الغاز، حيث بلغت نسبة الحرق ٣ر٥٪ في حين بلغت نسبة الحقن حوالي ٤ر٤٪ وذلك سنة ١٩٨٠ .

وتتركز حاليا معظم مصانع استغلال الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة وكندا. فقد بلغت حصة هاتين الدولتين سنة ١٩٨٥ حوالي ٦٦٪ من اجمالي الطاقة التحويلية (Processing Plants) للعالم، حيث تحوز الولايات المتحدة على ٥١٪

جدول (٨ - ٤)ا: انتاج واستخدامات الغاز الطبيعي في دول الأوبك والعالم، ١٩٨٠ و١٩٨٤.

(بليون متر مكعب)

الدولة	١٩٨٠				١٩٨٤			
	المستغل	الحقن	الحرق	الاجمالي	المستغل	الحقن	الحرق	الاجمالي
ايـران	٨ر٣	٢ر٣	٩ر٥	٢٠ر١	١٣ر٥	١٠ر٠	٦ر٥	٣٠ر٥
العـراق	١ر٨	-	٩ر٦	١١ر٤	٠ر٦	-	٤ر١	٤ر٩
الكويـت	٦ر٩	٠ر٥	١ر٤	٨ر٨	٤ر١	٠ر٣	٠ر٧	٥ر٨
قطـر	٥ر٢	-	١ر٢	٦ر٤	٥ر٩	-	٠ر١	٦ر٨
السعودية	١٤ر٦	٠ر٣	٣٨ر٤	٥٣ر٣	٧ر٢	١ر٣	١٤ر٩	٢٩ر١
الامارات	٧ر٣	-	٧ر٦	١٤ر٩	٩ر٨	-	٦ر٧	١٨ر٠
مجموع دول	٤٤ر١	٣ر١	٦٧ر٧	١١٤ر٩	٤١ر١	١١ر٦	٣٣ر٠	٩٥ر١
الخليج الأعضاء	(٣٨ر٤)	(٢ر٧)	(٥٨ر٩)	(١٠٠)	(٤٣ر٢)	١٢ر٢	(٤٤ر٦)	(١٠٠)
الجزائـر	١٩ر٣	١٤ر٤	٩ر٧	٤٣ر٤	٣٥ر٠	٤٨ر٣	٥ر٧	٩٣ر٨
الاكوادور	-	-	٠ر٤	٠ر٤	٠ر١		٠ر٤	٠ر٥
الغابون	٠ر٢	-	١ر٧	١ر٩	٠ر١	٠ر٣	١ر٨	٢ر١
اندونيسيا	١٨ر٥	٤ر٤	٦ر٧	٢٩ر٦	٣٣ر٠	٦ر٣	٣ر٨	٤٣ر١
ليبيا	٥ر٢	١٠ر٧	٤ر٥	٢٠ر٤	٤ر٦	٦ر٠	١ر٣	١٢ر٤
نيجيريا	١ر١	-	٢٣ر٥	٢٤ر٦	٢ر١	٠ر٦	١٣ر٦	١٦ر٣
فنزويلا	١٦ر٧	١٦ر٦	٢ر٢	٣٥ر٥	١٧ر٣	١٢ر٠	١ر٨	٣٢ر٦
مجموع الأعضاء	٦١ر٠	٤٦ر١	٤٨ر٧	١٥٥ر٨	٩٢ر٢	٧٣ر٥	٢٨ر٤	٢٠٠ر٨
الآخرون	(٣٩)	(٢٩ر٦)	(٣١ر٤)	(١٠٠)	(٤٥ر٩)	(٣٦ر٦)	(١٧ر٥)	(١٠٠)
مجموع الأوبك	١٠٥ر١	٤٩ر٢	١١٦ر٤	٢٧٠ر٧	١٣٣ر٣	٨٥ر١	٦١ر٤	٢٩٥ر٩
النسبة (٪)	(٣٨ر٨)	(١٨ر٢)	(٤٣ر٠)	(١٠٠)	(٤٥ر١)	(٢٨ر٨)	(٢٠ر٨)	(١٠٠)
اجمالي العالم	١٥٠٣ر٠	١١٥ر٧	١٦٩ر٣	١٧٨٨ر٠	١٦٨٥ر٠	١٥٨ر٩	١٢٠ر١	١٩٨٠ر١
النسبة (٪)	(٨٤ر١)	(٦ر٥)	(٩ر٥)	(١٠٠)	(٨٥ر١)	(٨ر٠)	(٦ر١)	(١٠٠)
نسبة الأوبك الى العالم	(٧ر٠)	(٤٢ر٥)	(٦٨ر٨)	(١٥ر١)	(٧ر٩)	(٥٣ر٦)	(٥١ر١)	(١٥ر٠)

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، منظمة الأقطار المصدرة للبترول، ١٩٨٠، ١٩٨٤. و Oil and Gas Journal, December 28, 1981.

ملاحظة: (١) بسبب عدم أخذ الانكماش في الاعتبار فان اجمالي الانتاج لا يساوي مجموع الاستخدامات المختلفة.
(٢) العلامة (-) تعني مقدارا يقل عن ٠٥ر بليون متر مكعب.
(٣) الأرقام بين قوسين تعني نسبا مئوية.
(٤) * تعني كميات تقديرية محسوبة على اساس نسبة الحقن والحرق للعالم ما عدا دول الاوبك سنة ١٩٨٠.

وكندا على ١٥٪. يوضح جدول (٨ - ٥) الطاقة التحويلية في كل من الولايات المتحدة وكندا والعالم خارج المنظومة الاشتراكية. من الملاحظ ان الكميات المنتجة من سوائل الغاز الطبيعي (الغاز الطبيعي المسال وغاز البترول المسال والغازولين الطبيعي) المنتجة في العالم خارج الدول الاشتراكية بلغت حوالي ١٢٦ مليون جالون يوميا شكلت حصة الولايات المتحدة وكندا معظمها (حوالي ٤٧٪ و١٥٪

جدول (٨ - ٥) : الطاقة التحويلية لاستغلال الغاز الطبيعي، ١٩٨٦.

المنطقة / الدولة	عدد المصانع	كميات الغاز المصنعة (بليون قدم³/ يوميا)	الانتاج من سوائل الغاز (مليون جالون / يوميا)	الطاقة القائمة (بليون قدم³ / يوميا)
الولايات المتحدة	٨٦٢	٣٨ر٨ (٤٧ر١)	٥٦ر٤ (٤٤ر٨)	٧٦ر٧ (٥١ر٣)
كنــدا	٤٠٣	١٢ر٤ (١٥ر١)	١٧ر٤ (١٣ر٨)	٢٢ر٨ (١٥ر٣)
العالم خارج الدول الاشتراكية	١٧٤	٣١ر١ (٣٧ر٨)	٥٢ر٢ (٤١ر٤)	٤٩ر٩ (٣٣ر٤)
المجموع	١٤٣٩	٨٢ر٣	١٢٦ر٠	١٤٩ر٤

المصدر : Oil and Gas Journal, July 14, 1986

ملاحظة : تمثل هذه البيانات الوضع حسب ١/١/١٩٨٦.

بالـترتيب) وذلـك لسنـة ١٩٨٦ . أمـا الـدول الاخرى التي تمتلك طاقات تحويلية مهمــة فهي ايطـاليـا (٧١٠٠ مليـون قدم مكعب يوميـا) والمكسيـك والسعـوديـة وفنـزويـلا (حـوالي ٤٣٠٠ مليـون قدم مكعب يوميا لكل منها) وبريطانيا (٢٠٠٠ مليون قدم مكعب يوميا) واخيرا الكويت وليبيا (حوالي ١٦٠٠ مليون قدم مكعب يوميـا لكـل منهـا) . هذا مع العلم ان استغلال الطاقة الانتاجية يعتمد على حجم الغـاز المنتـج والمتـوافـر. فالدول الخليجية بشكل عام تنخفض فيها نسب التشغيل بسبب تراجـع مستـويـات انتاج الغاز لارتباط ذلك بانتاج النفط الذي يتم تحديده تبعا لاتفاقيات دول الاوبك الهادفة للسيطرة على اسعار النفط .

أمـا في مجال استخـلاص الكـبريت فان كنـدا تأتي في مقدمة دول العالم بطاقة انتاجية تبلغ ٢٨٫٤ الف طن متري / اليوم في حين تأتي الولايات المتحدة في المرتبة الثـانيـة بحـوالي ٢٦ الف طن متري / اليوم . هذا ويبلغ اجمالي الطاقات الانتاجية خارج هاتين الدولتين في مجموعها حوالي ٣٤ الف طن متري يوميا .

ج - استغلال الغاز الطبيعي تاريخيا

بدأ استغـلال الغـاز الطبيعي في الإنـارة والتـدفئة في ايطاليا إبان القرن السابع عشر، ولكن لم تأخذ هذه الصناعة اهميتها التجارية في العالم الا منذ فترة قصيرة . فقـد بدأ استخـدام الغـاز في الولايات المتحدة منذ سنة ١٨٢١ وذلك بعد اكتشاف كميات منه في ولاية نيويورك . كان الغاز حينئذ ينقل بواسطة الأنابيب المصنوعة من الأشجـار المجـوفـة الى المنـاطق المجـاورة لاستخـدامـه في الإنـارة . ولم تتسـع استخـدامـات الغـاز بسبب عدم كفـاءة خطوط الأنابيب المستخدمة لارتفاع نسبة هروب الغاز منها مما كان يحد من جدوى نقل الغاز للمناطق البعيدة . ولكن تطوير الأنـابيب الحـديـدية سنة ١٨٧٢ ونجاحها في التخلص من مشكلات هروب الغاز كان حجر الأساس في توسع تجارة الغاز وزيادة الاعتماد عليه كمصدر للوقود .

ولقد شهدت بداية القرن العشرين دخول الأدوات المنزلية كالطباخات والمدافىء الغازية مما شجع الطلب على الغاز وبالتالي توسعت عمليات التنقيب عنه في معظم انحاء الولايات المتحدة. ونظرا للاستقرار السياسي الذي تتمتع به الولايات المتحدة فقد توسعت شبكات الأنابيب لتغطي معظم البلاد في غضون فترة قصيرة. وهناك في الوقت الحالي ما يقارب من ربع مليون ميل من انابيب الغاز وحوالي مائة شركة انابيب نقل الغاز في الولايات المتحدة.

وفي الأجزاء الاخرى من العالم لم يكن استغلال الغاز قد انتشر حتى منتصف الخمسينات، فقد بلغت حصة الولايات المتحدة في الانتاج المستغل من الغاز حوالي ٨٨٪ سنة ١٩٥٥. ولكن شهدت تلك الفترة توسع استخدامات الغاز في اوروبا للاستفادة من الاحتياطيات الهائلة التي اكتشفت في هولندا. ولقرب المناطق الصناعية الاوروبية من مناطق انتاج الغاز وتوافر الاستقرار السياسي بعد الحرب العالمية الثانية بالاضافة الى النمو الكبير في الطلب على الطاقة فقد شهدت اوروبا الغربية توسعا كبيرا في شبكات انابيب نقل الغاز.

وشهدت فترة الخمسينات ايضا اكتشاف الغاز بكميات ضخمة في مناطق اخرى من العالم أهمها اوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتي والشرق الاوسط. لذلك بدأت دول اوروبا الشرقية بربط مناطق انتاج الغاز بالمناطق الصناعية للاستفادة من الغاز كوقود. أما منطقة الشرق الاوسط فقد شهدت نمو صناعة انتاج الغاز الطبيعي المسال للاستفادة من الكميات الهائلة من الغاز التي كانت تحرق هناك لعدم توافر فرص الاستفادة منها.

وفي الوقت الحالي يشكل الغاز الطبيعي احد أهم مصادر الطاقة التجارية حيث بلغت الكمية المستغلة منه ما يعادل ٩٧٧٣ مليون برميل مكافىء نفط سنة ١٩٨٤ في حين بلغت نسبة صادرات الغاز الى مجمل الانتاج حوالي ١٢٫٧٪ في تلك السنة. وتنقل الصادرات اما بواسطة الانابيب او الناقلات المصممة خصيصا لنقل الغاز المسال. وتشكل تجارة الغاز بواسطة الانابيب الحصة الكبرى من مجمل تجارة

الغـاز الطبيعي ، فقـد ازدادت تجارة الغـاز خلال الانـابيب من ٢ر٣ بليـون قدم مكعب يوميا سنة ١٩٦٩ الى ١٥ بليون قدم مكعب يوميا سنة ١٩٨٤ . وفي المقابل بلغت كميـة تجارة الغـاز المسـال حوالي ٥ بلايـين قدم مكعب يوميـا سنة ١٩٨٤ ، مقـارنـة مع ٢ر٠ بليون قدم مكعب يوميا خلال سنة ١٩٦٩ . هذا وتشكل واردات اليـابـان من الغـاز الطبيعي المسـال حوالي ٧٠٪ من اجمالي تجارة الغاز المسال وتأتي هذه الكميات بشكل رئيسي من ابو ظبي والاسكا وبروني واندونيسيا وماليزيا . ولا شك في ان تمتع الغاز بصفات طبيعية وكيماوية فريدة تجعله من أقل مصادر الطاقة تلويثـا للبيئـة . وسـوف يؤدي ذلـك بالضـرورة الى توسيع استخداماته المستقبلية خصوصا في ظل أوضاع سعرية ملائمة .

د - الانتاج والاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي

ان النمـو المستمـر في الطلب على الطـاقـة بشكل عام وعلى الوقود الاحفوري بشكـل خاص خلال العشـرين السنـة المـاضيـة أدى الى نمو انتاج الغاز الطبيعي بمعـدلات مرتفعـة لاشبـاع الطلب عليـه . فقـد بلغت الكمية المستغلة من اجمالي انتـاج الغـاز الطبيعي حوالي ٧ر١٧٦٦ بليـون متر مكعب أي ١ر٢٨ مليون برميل مكـافىء نفـط يوميـا سنـة ١٩٨٥ بالمقـارنـة مع ٣ر٦٨٧ بليـون متر مكعب أو ٩ر١٠ مليون برميل مكافىء نفط يوميا سنة ١٩٦٥ . أي ان الكمية تضاعفت مرتين ونصف خلال الفترة من ١٩٦٥ الى ١٩٨٥ كما هو واضح من جدول (٨ - ٦) ، علما بأن نسبة النمو تفاوتت بين فترة واخرى .

وفيما يتعلق بتوزيع الانتاج المستغل من الغاز حسب المناطق الجغرافية ، نلاحظ من الجـدول (٨ - ٦) ان حصـة الـولايـات المتحدة في الانتاج العالمي المستغل قد انخفضت بحدة خلال الفترة من ١٩٦٥ الى ١٩٨٥ من ٢ر٦٨٪ الى ١ر٣١٪ . وفي المقـابـل ازدادت حصـة دول التخطيـط المـركـزي لتصـل الى ١ر٤١٪ سنـة ١٩٨٥ . كذلك الحال بالنسبة للمناطق الاخرى حيث ارتفعت حصصها في اجمالي الانتاج المستغل .

للتعـرف على توزيـع الانتـاج من الغاز حسب الدول سنة ١٩٨٤ ، نستعرض جدول (٨ - ٣) . يتضـح من الجـدول ان انتـاج الاتحاد السوفيتي كان يمثل ٣٠٪

جدول (٨ - ٦) : الانتاج المستغل من الغاز الطبيعي في العالم حسب المناطق ، ١٩٦٥ - ١٩٨٥.

المنطقة	١٩٦٥	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
امريكا الشمالية	٤٦٨ر٩	٦٤٩ر٣	٦١٦ر٥	٦٢٠ر٩	٥٤٩ر٧
	(٦٨ر٢)	(٦٢ر٩)	(٤٩ر٥)	(٤٣ر٢)	(٣١ر١)
امريكا اللاتينية	٢٢ر٨	٢٩ر٧	٣٧ر١	٦٢ر٧	٧٦ر٤
	(٣ر٣)	(٢ر٩)	(٣ر٠)	(٤ر٤)	(٤ر٣)
اوروبا الغربية	١٩ر٧	٧٤ر٤	١٦١ر٥	١٨٠ر٩	١٩٤ر٣
	(٢ر٩)	(٧ر٢)	(١٣ر٠)	(١٢ر٦)	(١١ر٠)
الشرق الأوسط	٤ر٨	١٩ر٢	٣٤ر٢	٤٠ر٩	٦٧ر٥
	(٠ر٧)	(١ر٩)	(٢ر٧)	(٢ر٩)	(٣ر٨)
افريقيا	٢ر٠	٣ر٢	١٣ر٣	٢٠ر٢	٥٢ر٩
	(٠ر٣)	(٠ر٣)	(١ر١)	(١ر٤)	(٣ر٠)
آسيا والشرق الأقصى	٧ر٦	١٠ر١	٢١ر٤	٤٦ر٩	٨٣ر٩
	(١ر١)	(١ر٠)	(١ر٧)	(٣ر٣)	(٤ر٨)
أوقيانوسيا	-	١ر٧	٥ر٥	١٠ر١	١٥ر٩
	-	(٠ر٠)	(٠ر٤)	(٠ر٧)	(٠ر٩)
دول التخطيط المركزي	١٦١ر٧	٢٤٤ر٦	٣٣٦ر٣	٤٥٥ر٣	٧٢٦ر٠
	(٢٣ر٥)	(٢٣ر٧)	(٢٨ر٦)	(٣١ر٧)	(٤١ر١)
مجموع العالم	٦٨٧ر٣	١٠٣٢ر٢	١٢٤٥ر٨	١٤٣٨ر٠	١٧٦٦ر٧
معدل النمو (٪)	-	(٥٠ر٢)	(٢٠ر٧)	(١٥ر٤)	(٤ر٦)
الأوبك	١٦ر٨	٣٠ر٧	٥٦ر٢	٨٦ر٠	١٦٠ر١
النسبة الى العالم (٪)	(٢ر٤)	(٣ر٠)	(٤ر٥)	(٦ر٠)	(٩ر١)

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، ١٩٨٥ ، جدول ٤١ ، ص ٦٠ ، منظمة الاقطار المصدرة للبترول.

ملاحظة: (١) الأرقام بين قوسين تعني نسبة مئوية الى اجمالي العالم.

(٢) الاشارة (-) تعني رقما اصغر من ٠٥ر بليون متر مكعب.

(٣) تشير معدلات النمو الى فترة خمس سنوات.

من الانتـاج العـالمي في حين احتلت الـولايـات المتحـدة المركز الثاني بحصة تعادل ٢٥٪. نستنتـج ايضـا من الجـدول ان انتـاج الغـاز الطبيعي منتشر بشكل كبير في العـالم نظـرا لمساهمة معظم الدول المالكة للاحتياطيات بالانتاج. ولكن نلاحظ انه عنـد مقـارنـة عمـر الاحتيـاطي على اسـاس معدل الانتاج سنة ١٩٨٤ في جدول (٨ - ٣) ان الـدول الصنـاعية تستنزف احتياطياتها بشكل سريع جدا بالمقارنة مع الـدول النـاميـة. نلاحـظ في المقابل ان الدول العربية الاعضاء في منظمة الاوبك تتمتـع بطـول عمر احتياطياتها الذي يتعدى مائة سنة في معظم الاحيان مما يعكس ضخامة الكميات المتوافرة لديها وصغر حجم الانتاج الحالي. هذا ويتوقع انخفاض عمـر الاحتيـاطي في الـدول النـاميـة مستقبـلا بسبب زيـادة الانتاج لاشباع النمو المستمر في الطلب. ويعني ذلك تحولا تدريجيا في مناطق الانتاج نحو الدول النامية التي تمتلك احتياطيات هامة غير مستغلة.

ولتتبـع التطـور في الاستهـلاك العـالمي من الغـاز الطبيعي نستعـرض جدول (٨ - ٧) الـذي يبـين مقدار الاستهلاك حسب المناطق للفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥. ليس هنـاك شك في ان الاستهـلاك العـالمي قد ازداد بحـدة خلال الفترة المذكورة ليصـل الى ١٦٥٧ر٤ بليـون متر مكعب سنـة ١٩٨٥ (حوالي ٢٦ر٤ مليون برميل مكـافىء نفـط يوميـا). وقـد جاءت الـزيـادة في الاستهلاك في معظمها من المناطق خارج امـريكـا الشـمالـيـة وخصوصا الدول الاشتراكية التي ارتفعت حصتها لتبلغ ٣٩٪ من اجمـالي استهـلاك العـالم. كذلك الحال بالنسبة لدول اوروبا الغربية التي بلغ استهلاكها حوالي ١٣٪ من مجمل استهلاك العالم.

وعنـد مقـارنة أرقام الاحتياطي للمجموعات الجغرافية في جدول (٨ - ٢) مع الاستهلاك في جدول (٨ - ٧) نستنتج ان امريكا الشمالية تستهلك حوالي ٣٣ر٢٪ من اجمـالي انتـاج العـالم مع العلم بأنهـا تمتلك ما يعـادل ٥ر٨٪ من اجمـالي الاحتيـاطيـات. ولا شك ان هذا يدل على كثـافة الانتاج في تلك الدولة وامكانية حدوث انخفاض حاد في كميات الغاز المتوافرة في المستقبل خصوصا اذا لم تكتشف احتيـاطيـات جديـدة. أمـا الـدول المخططة مركزيا فان استهلاكها أكثر تناسبا مع

جدول (٨ - ٧) : الاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي حسب المناطق الجغرافية، ١٩٦٥ - ١٩٨٥

(بليون متر مكعب)

المنطقة	١٩٦٥ (٪)	١٩٧٠ (٪)	١٩٧٥ (٪)	١٩٨٠ (٪)	١٩٨٥ (٪)
امريكا الشمالية	٥٢٩ر٩ (٨٩ر٢)	٦٩٦ر٠ (٨١ر٣)	٦٥٤ر٣ (٦٨ر٣)	٦٣١ر٣ ٤٢ر٣	٥٤٩ر٨ (٣٣ر٢)
امريكا اللاتينية	٢٨ر٧ (٤ر٨)	٣٥ر٥ (٤ر٢)	٥٥ر٦ (٥ر٨)	٦١ر٩ (٤ر٢)	٧٧ر٧ (٤ر٧)
اوروبا الغربية	٢٣ر١ (٣ر٩)	٨٧ر٩ (١٠ر٣)	١٧٩ر٩ (١٨ر٧)	٢١٥ر٨ (١٤ر٥)	٢١٣ر٩ (١٢ر٩)
الشرق الأوسط	٤ر٩ (٠ر٨)	٢٢ر٢ (٢ر٦)	٣٥ر٠ (٣ر٧)	٣٩ر٨ (٢ر٧)	٤٤ر٧ (٢ر٧)
افريقيا	١ر٣ (٠ر٢)	١ر٨ (٠ر٢)	٦ر٨ (٠ر٧)	٢٠ر٤ (١ر٤)	٢٨ر٨ (١ر٧)
اسيا والشرق الأقصى	٥ر٩ (١ر٠)	١١ر٢ (١ر٣)	١٣ر٦ (١ر٤)	١٥ر٩ (١ر١)	٣٩ر٠ (٢ر٤)
أوقيانوسيا	- -	١ر٨ (٠ر٢)	٥ر٧ (٠ر٦)	١١ر٥ (٠ر٨)	١٧ر٤ (١ر١)
دول التخطيط المركزي	١٦٠ر٩ (٢٧ر١)	٢٥٧ر٨ (٣٠ر١)	٣٣٤ر٨ (٣٤ر٩)	٤٧١ر١ (٣١ر٦)	٦٤٦ر١٦ (٣٩ر٠)
مجموع العالم	٥٩٣ر٩ (١٠٠)	٨٥٦ر٢ (١٠٠)	٩٥٨ر٦ (١٠٠)	١٤٩١ر٨ (١٠٠)	١٦٥٧ر٤ (١٠٠)

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، منظمة الاقطار المصدرة للنفط، الجداول ٤٢، ٥٧، ٦٠، سنة ١٩٨٤.

BP Statistical Review of the World Oil Industry, 1975 & 1986, The British Petroleum Company.

ملاحظة: (١) الاشارة (-) تعني رقما اصغر من ٠٥ر بليون متر مكعب.

(٢) تم تحويل الكميات من مليون طن مكافىء نفط الى بليون متر مكعب باستخدام معامل التحويل ١٦٧ر١ بليون متر مكعب يساوي مليون طن مكافىء نفط.

احتيـــاطيـــاتهـا حيث تستهلك ٣٩٪ من اجمـالي العـالم في حين تمتلك ٦ر٣٩٪ من احتيـاطيـات العـالم . أما الدول الاوروبية الغربية فانها تتشابه مع امريكا الشمالية من حيث زيـادة حصتهـا في الاستهـلاك بالمقـارنـة مع حصتهـا في الاحتياطيات . وتشكـل دول الشـرق الاوسـط حالـة مختلفـة تمامـا عن تلك المذكورة حيث تمتلك حوالي ٦ر٢٧٪ من الاحتيــاطي العــالمي في حين يشكـل استهـلاكهـا ٧ر٢٪ من الاستهلاك العالمي .

يوضـح جدول (٨ - ٨) الانتـاج المستغـل والصادرات والواردات والاستهلاك حسب اهم الدول وذلك لسنة ١٩٨٤ . نستدل من الاحصائية المبينة ان الولايات المتحـدة وكنـدا والاتحاد السوفيتي والمانيا الغربية وهولندا واليابان ورومانيا تعتبر من اكبر الدول المستهلكة للغاز في العالم . حيث بلغت حصة كل من الولايات المتحدة والاتحـاد السـوفيتي حوالي ٣٠٪ لكـل منها في حين بلغت حصة كندا والمانيا الغربية حوالي ٤ر٣٪ و٢ر٣٪ بالـترتيب . وبـالنسبـة لبقيـة دول العـالم بلغت نسبـة مجموع استهلاكها الى العالم حوالي ٣ر١٣٪ فقط .

هـ - تجارة الغاز الطبيعي

نستعـرض في هذا الجـزء تطـور تجارة الغاز الطبيعي (Natural Gas Trade) للفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥ واهم الدول المصدرة ، ننتقل بعد ذلك الى الحديث عن معوقات نمو تجارة الغاز على الرغم من توافر الظروف الملائمة بسبب التطورات السعرية في السوق النفطية التي شكلت حافزا قويا لنمو الطلب على الغاز . نتحدث أخيرا عن أنماط تسعير الغاز وطبيعة العقود المستخدمة في اتفاقيات تجارة الغاز .

(هـ - ١) تطور تجارة الغاز الطبيعي :

سبق أن ذكـرنـا ان تجارة الغـاز الطبيعي تتم إما عن طريق الانابيب حيث ينقل الغاز عبر المناطق الى اماكن استهلاكه اوبواسطة الناقلات المصممة خصيصا لنقل الغاز المسال .

جدول (٨ - ٨) : نسبة الواردات الى الاستهلاك الكلي من الغاز الطبيعي حسب أهم الدول، ١٩٨٤ .
(بليون متر مكعب)

الدولة	الانتاج المستغل	الصادرات	الواردات	الاستهلاك	الواردات الى الاستهلاك ٪	الصادرات الى الانتاج ٪
امريكا الشمالية والجنوبية	٦٤٣ر٢	٢٦ر٥	٢٦ر٨	٦٤٣ر٥	٤ر٢	٤ر١
كنـدا	٧٨ر٢	٢١ر٤	-	٥٦ر٨	صفر	٢٧ر٤
الولايات المتحدة	٤٨٧ر٥	١ر٦	٢٤ر٤	٥١٠ر٣	٤ر٨	٠ر٣
المكسيك	٢٩ر٤	١ر٣	٠ر٢	٢٨ر٣	٠ر٧	٤ر٤
فنزويلا	١٧ر٣	-	-	١٧ر٣	صفر	صفر
اوروبا الغربية	١٨٧ر٣	٦٥ر٠	١١٧ر١	٢٣٩ر٤	٤٨ر٩	٣٤ر٧
المانيا الغربية	١٨ر٦	١ر١	٣٦ر٦	٥٤ر١	٦٧ر٧	٥ر٩
هولندا	٧٥ر١	٣٧ر٣	٣ر٠	٤٠ر٨	٧ر٤	٤٩ر٧
النرويج	٢٧ر٣	٢٦ر٤	-	٠ر٩	صفر	٩٦ر٧
بريطانيا	٤٠ر٢	-	١٣ر٨	٥٤ر٠	٢٥ر٦	صفر
الاتحاد السوفيتي واوروبا الشرقية	٦٥١ر٣	٦٦ر٢	٣٥ر٣	٦٢٠ر٤	٥ر٧	١٠ر٢
المانيا الشرقية	١٢ر٤	-	٦ر٧	١٩ر١	٣٥ر١	صفر
رومانيا	٣٧ر٩	٠ر٢	١ر٨	٣٩ر٥	٤ر٦	٠ر٥
الاتحاد السوفيتي	٥٨٧ر٠	٦٦ر٠	٢ر٣	٥٢٣ر٣	٠ر٤	١١ر٢
الشرق الاوسط وافريقيا	٩٣ر٠	٢٣ر٥	٠ر٢	٦٩ر٧	٠ر٣	٢٥ر٣
الجزائر	٣٥ر٠	١٩ر٦	-	١٥ر٤	صفر	٥٦ر٠
ايران	١٣ر٥	-	-	١٣ر٥	صفر	صفر
السعودية	٧ر٢	-	-	٧ر٢	صفر	صفر
الشرق الأقصى وآسيا	١١٠ر١	٣٣ر١	٣٥ر٠	١١٢ر٠	٣١ر٣	٣٠ر١
استراليا	١١ر٤	-	-	١١ر٤	صفر	صفر
الصين	١٨ر٠	-	-	١٨ر٠	صفر	صفر
اندونيسيا	٣٣ر٠	١٩ر٠	-	١٤ر٠	صفر	٥٧ر٦
اليابان	٢ر٤	-	٣٥ر٠	٣٧ر٤	٩٣ر٦	صفر
الدول الأخرى	١٥٣ر٦	٢٠ر٥	٩٠ر٦	٢٢٣ر٧	٤٠ر٥	١٣ر٣
العالم	١٦٨٥ر٠	٢١٤ر٤	٢١٤ر٤	١٦٨٥ر٠	١٢ر٧	١٢ر٧

المصدر: التقرير الاحصائي للأوبك، منظمة الاقطار المصدرة للنفط، الجداول ٤٢، ٥٧، ٦٠ سنة ١٩٨٤ .

ملاحظة: (١) الاستهلاك محسوب على اساس مجموع الانتاج المستغل زائد الواردات ناقص الصادرات .

وقبـل ان نتطـرق الى اهميـة كل من هاتين الطريقتين في تجارة الغاز، نستعرض تطـور صادرات الغـاز خلال الفـترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥ حسب المنـاطق الجغـرافيـة المختلفـة كما هو موضـح في جدول (٨ - ٩) . يتبـين من الجـدول المـذكـور ان صادرات الغاز قد توسعت بمقدار كبير لتصل الى ٢٣٢٫٩ بليون متر مكعب سنة ١٩٨٥ . أي أن معـدل النمـو بلغ ما يقـارب ١٥٪ سنـويا خلال الفترة المذكورة . ولكن من حيث الكميـة المطلقـة فان هذه الصـادرات تعـادل ٣٫٨ مليـون برميـل مكافىء نفط يوميا ، ويعتبر هذا الرقم صغيرا جدا بالمقارنة مع الصادرات النفطية . وقـد جاءت الاضـافـات للصـادرات من معظم المناطق ولكن بنسب مختلفة حيث توسعت صادرات دول التخطيـط المـركـزي بمقدار هائل في حين كانت الزيادة في صادرات افـريقيـا وآسيا والشرق الاقصى مهمة . وفي المقابل انخفضت صادرات كل من امريكا الشمالية والشرق الاوسط بعد سنة ١٩٧٥ بسبب انخفاض الانتاج في هاتـين المنطقتـين ولاسبـاب مختلفة ، حيث يعود السبب في انخفاض الانتاج في الشـرق الاوسـط الى تراجـع انتاج النفط تحت نظام تحديد حصص الانتاج داخل منظمـة الاويـك . أمـا الانخفاض في انتاج الغاز داخل الولايات المتحدة فقد كان بسبب القيـود السعـرية على الغاز الناتجة من تطبيق قوانين تنظيم الصناعة مما قلل من ربحيـة الاستثـمار في انتـاج الغـاز وبالتالي تراجع جهود التطوير والمحافظة على مستويات الانتاج .

وفيما يتعلق بأهمية صادرات كل منطقة الى المجموع ، فانه من الواضح ان دول التخطيط المركزي واوروبا الغربية جاءت في المقدمة بنسبة ٣٠٫٤٪ في حين احتلت منطقـة اسيـا والشرق الاقصى المرتبة الثالثة بنسبة ١٥٫٢٪ وذلك سنة ١٩٨٥ . اما امريكا الشمالية فان دورها في الصادرات قد انخفض على مدى الفترة المذكورة من ٨٠٫٢٪ الى ١١٫٩٪ فقط .

وبـالنسبـة لدول الاويك فانها تسهم بحوالي ١٩٫٨٪ من اجمالي صادرات العالم من الغاز الطبيعي . فقد جاءت الجزائر في مقدمة دول الاويك المصدرة للغاز كما هو

جدول (٨ - ٩) : صادرات العالم من الغاز الطبيعي
حسب المناطق، ١٩٦٥ - ١٩٨٥.
(بليون متر مكعب)

المنطقة	١٩٦٥ (٪)	١٩٧٠ (٪)	١٩٧٥ (٪)	١٩٨٠ (٪)	١٩٨٥ (٪)
امريكا الشمالية	١٢ر٢ (٨٠ر٢)	٢٤ر٠ (٥٤ر٥)	٢٨ر٩ (٢٤ر٠)	٢٣ر٩ (١٢ر٥)	٢٧ر٦ (١١ر٩)
امريكا اللاتينية	١ر٥ (٩ر٨)	١ر٢ (٢ر٧)	١ر٤ (١ر٢)	٤ر٩ (٢ر٦)	٢ر٢ (٠ر٩)
اوروبا الغربية	- -	١٠ر٩ (٢٤ر٧)	٤٩ر٠ (٤٠ر٦)	٧٤ر٨ (٣٩ر٢)	٧٠ر٩ (٣٠ر٤)
الشرق الأوسط	- -	٩ر (٢ر٠)	٩ر٦ (٧ر٩)	٢ر٨ (١ر٥)	٣ر٠ (١ر٣)
افريقيا	٠ر٩ (٥ر٨)	١ر٥ (٣ر٥)	٦ر٧ (٥ر٦)	٨ر٥ (٤ر٤)	٢٢ر٨ (٩ر٨)
اسيا والشرق الأقصى	١ر (٠ر٤)	٢ر٤ (٥ر٤)	٧ر٦ (٦ر٣)	٢٢ر٥ (١١ر٨)	٣٥ر٥ (١٥ر٢)
أوقيانوسيا	-	-	-	-	-
دول التخطيط المركزي	٥ر (٣ر٦)	٣ر٢ (٧ر٣)	١٧ر٣ (١٤ر٣)	٥٣ر٤ (٢٨ر٠)	٧٠ر٨ (٣٠ر٤)
العالم	١٥ر٢ (١٠٠)	٤٤ر١ (١٠٠)	١٢٠ر٤ (١٠٠)	١٩١ر٠ (١٠٠)	٢٣٢ر٩ (١٠٠)
الأوبك	٠ر٨ (٥ر٨)	٢ر٤ (٥ر٤)	١٦ر٣ (١٣ر٥)	٢٢ر٨ (١١ر٩)	٤٦ر١ (١٩ر٨)

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، منظمة الاقطار المصدرة للنفط، ص ٣٣، جدول ٣٢، سنة ١٩٨٥.

ملاحظة: الاشارة (-) تعني مقدارا اصغر من ٠٥ر بليون متر مكعب أو اصغر.

واضح من جدول (٨ - ١٠) في حين احتلت اندونيسيا المركز الثاني ودولة الامارات المركز الثالث. والملاحظ ان صادرات الأوبك من الغاز الطبيعي قد ازدادت بمقدار كبير خلال الفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥.

جدول (٨ - ١٠) : صادرات دول الأوبك من الغاز الطبيعي، ١٩٦٥ - ١٩٨٥.
(بليون متر مكعب)

الدولة	١٩٦٥	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
الجزائر	٩ر٠	٥ر١	٤ر٣	٣ر٦	٤ر٢١
اندونيسيا	-	-	-	٤ر١١	٣ر٢٠
ايران	-	٩ر٠	٦ر٩	٢ر٠	-
ليبيا	-	-	٣ر٣	١ر٢	٣ر١
الامارات	-	-	-	٦ر٢	٠ر٣
مجموع الأوبك	٩ر.	٤ر٢	٣ر١٦	٨ر٢٢	١ر٤٦

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، منظمة الاقطار العربية المصدرة للنفط، ص ٣٢، جدول ٣١، سنة ١٩٨٥.

ملاحظة: الاشارة (-) تعني مقدارا اصغر من ٠٥ر بليون متر مكعب أو اصغر.

ولمقارنة الدول على اساس قدرتها التصديرية ومدى اعتمادها على الاستيراد نستعرض جدول (٨ - ٨). في هذا الجدول تستخدم نسبة الواردات الى الاستهلاك مؤشرا على مدى اعتماد الدولة او المنطقة على التجارة الدولية للحصول على حاجاتها من الغاز الطبيعي في حين تستخدم نسبة الصادرات الى الانتاج للتعرف على اهمية تلك الدول في عرض الغاز الطبيعي.

من الواضح ان اوروبا الغربية ومنطقة اسيا والشرق الأقصى تعتمدان بشكل رئيسي على تجارة الغاز حيث تبلغ حصة الواردات في الاستهلاك في هاتين المنطقتين حوالي ٩ر٤٨٪ و٣ر٣١٪ بالترتيب. وتأتي المانيا الغربية وبريطانيا في مقدمة دول اوروبا الغربية في الاعتماد على تجارة الغاز في حين تعتبر اليابان اكثر

الـدول اعتـمادا على الـواردات في منطقـة اسيـا . وبالنسبة للمناطق الاخرى فانها تتمتـع بنـوع من الاكتفـاء الـذاتي حيث تشكـل وارداتهـا نسبـة ضئيلة من اجمالي استهلاكها ولكن ذلك لا يعني عدم وجود مقدار مهم من التجارة البينية داخل هذه المناطق . فعلى سبيل المثال تعتمد المانيا الشرقية على الواردات لتغطية ١ر٣٥٪ من استهلاكها ولكنها تستوفي معظم هذه الكمية من الدول الاشتراكية المجاورة .

في جانب العـرض نستـدل من مؤ شـر نسبـة الصادرات في الانتاج المستغل ان كنـدا وهـولندا والنرويج والاتحاد السوفيتي والجزائر واندونيسيا تعتبر من اهم الدول المصـدرة للغـاز الطبيعي . ولا شك ان هنـاك تركـزا كبيرا في عرض الغاز الطبيعي الداخل في التجارة الدولية ، حيث ان صادرات الدول المذكورة اعلاه وعددها ست فقـط تبلغ حوالي ٥ر٨٨٪ من اجمـالي صادرات العـالم . ونشـير هنـا الى انـه على المستـوى العـالمي نلاحـظ ان تجارة الغـاز الطبيعي تشكـل ٧ر١٢٪ فقـط من الاستهـلاك العـالمي (أو الانتاج المستغل) ، وتعتبر هذه النسبة ضئيلة اذا ما قورنت مع حجم التجـارة في النفـط الخـام الى اجمالي الاستهلاك العالمي الذي بلغ حوالي ٤٠٪ في تلك السنـة . هذا بالاضـافـة الى اختلاف نمط التجارة حيث تتميز تجارة الغـاز بتركـزهـا في عدد كبير من الدول الصناعية وعدد محدود من الدول النامية في حين تتركـز تجارة النفـط الخـام بشكـل عام في الدول النامية كنقاط تصدير والدول الصناعية كأهم مراكز الاستهلاك .

(هـ - ٢) تكاليف النقل بالأنابيب والناقلات :

ان اختيار وسيلة نقل الغاز الطبيعي في التجارة تعتبر عاملا مهما في تقرير القدرة التنـافسيـة للغـاز بالمقـارنة مع مصادر الطاقة الاخرى . وعموما ، تتفاوت الاراء في مدى أفضليـة الانـابيب بالمقـارنة مع الناقلات ولكن بشكل عام يرى المحللون ان نقل الغاز بواسطة الانابيب اكثر جاذبية للمسافات التي تقل عن ٦٥٠٠ كيلومتر في حين تصبـح النـاقـلات ذات جدوى للمسافات الاطول من ذلك ، مع العلم انه يفـترض توفـر الظـروف السيـاسيـة المـلائمـة لخيـار الانابيب . ولاعطاء فكرة عن مكونات التكاليف في كلتا الحالتين نستعرض جدول (٨ - ١١) الذي يوضح ذلك

جدول (٨ - ١١) : مكونات تكاليف نقل الغاز الطبيعي بواسطة الأنابيب والناقلات : حالة فرنسا.

الناقلات المبردة	دولار/مليون ب.ت.يو	الأنابيب	دولار/مليون ب.ت.يو
تكلفة الانتاج	٢٤ر٠ - ٠٥ر١	تكلفة الانتاج	٢٤ر٠ - ٠٥ر١
تكلفة النقل الى ميناء التصدير	٣٥ر٠	تكلفة النقل الى ميناء التصدير	٣٥ر٠
تكلفة التسييل (حدود الدولة المصدرة)	١ر٠٥		
تكلفة النقل :	٥٢ر٠	تكلفة النقل (عبر الحدود الدولية)	
(أ) المسافة ٢٠٠٠ كم وأقل		(أ) المسافة ٢٠٠٠ كم وأقل	٤٩ر٠
(ب) المسافة ١٣ ألف كم فأكثر	١ر٤٠	(ب) المسافة ١٠ آلاف كم فأكثر	٣ر٨٤
تكلفة التغويز (حدود الدولة المستوردة)	٣٥ر٠	تكلفة النقل (داخل الدولة المستوردة)	٣٥ر٠
تكلفة التخزين (داخل الدولة المستوردة)	٢١ر٠		
تكلفة التوزيع : (أ) مستهلك صناعي	١٨ر٠	تكلفة التوزيع : (أ) مستهلك صناعي	١٨ر٠
(ب) مستهلك محلي	١ر٢٣	(ب) مستهلك محلي	١ر٢٣

المصدر : Jacques Percebios, «Gas Market Prospects and Relationship with Oil Prices», Energy Policy, August 1986, Page 334.

في حالة فرنسا. ان مجمل التكاليف في حالة الانابيب للمسافات القصيرة (اقل من ٢٠٠٠ كيلومتر) تبلغ ٢ر٦٦ - ٣ر٤٧ دولار لكل مليون وحدة (ب ت يو) في حين تبلغ التكلفة في حالة المسافات الطويلة (اطول من ١٠ الآف كيلومتر) حوالي ١ر٠٦ - ٦ر٨٢ دولار لكل مليون (ب ت يو) وذلك للمستهلك المحلي. أما نقل الغاز بواسطة الناقلات المخصصة لهذا الغرض فان التكاليف الاجمالية للمسافات القصيرة هي ٣ر٩٥ - ٤ر٧٦ دولار لكل مليون (ب ت يو) و٤ر٨٣ - ٥ر٦٤ دولار لكل مليون (ب ت يو) للمسافات الطويلة (اطول من ١٣ الف كم) وذلك للمستهلكين المحليين. وتنخفض هذه التكاليف في حالة المستهلكين في القطاع الصناعي.

وبالنسبة لأهمية كل من الناقلات والانابيب في تجارة الغاز الطبيعي فانه يمكن القول بأن ارتفاع التكاليف المرافقة لبناء الناقلات المخصصة لنقل الغاز الطبيعي المسال أوغاز البترول المسال وما تتطلبه هذه السوائل من تخفيض في درجات حرارتها التي تصل الى ١٦١ درجة مئوية تحت الصفر ولابقاء الغاز عند حجمه المضغوط الذي يصل الى ٠٠١٦ر من حجمه الاصلي (أو ١ الى ٦٢٥) كل ذلك يشكل عائقا كبيرا امام توسع التجارة بواسطة الناقلات. ففي حين بلغت الصادرات من الغاز الطبيعي سنة ١٩٨٣ حوالي ١٩٦٫٣ بليون متر مكعب فان الكمية المنقولة بواسطة الناقلات بلغت ٤٢ بليون متر مكعب (بنسبة ٢١٪) وذلك على شكل غاز طبيعي مسال. وجاءت الجزائر في مقدمة الدول المصدرة للغاز الطبيعي المسال وذلك بكمية تعادل ١٦٫٤ بليون متر مكعب في حين جاءت اندونيسيا في المرتبة الثانية بمقدار ١٣٫٥ بليون متر مكعب. أما بروني والامارات العربية فقد كانتا في المرتبة الثالثة والرابعة وبكميات ٩٫٠ و ١٫٦ بليون متر مكعب على التوالي. أما الدول المصدرة للغاز بواسطة الانابيب فهي كندا وهولندا والنرويج والولايات المتحدة واخيرا الاتحاد السوفيتي.

والملاحظ في تجارة الغاز الطبيعي ان عددا محدودا من الدول يسهم في الجزء الاعظم من الصادرات كما أشرنا الى ذلك سابقا. فعلى سبيل المثال شكلت حصص أهم تسع دول وهي كندا والولايات المتحدة وهولندا والنرويج والاتحاد السوفيتي والامارات والجزائر وليبيا واندونيسيا حوالي ٩١٪ من اجمالي التجارة العالمية للغاز سنة ١٩٨٣.

(هـ - ٣) معوقات نمو تجارة الغاز الطبيعي :

ان التطورات السعرية في السوق النفطية ابتداء من سنة ١٩٧٣، بالاضافة الى الصفات المميزة للغاز الطبيعي جعلت المهتمين بأمور الطاقة يتوقعون دورا رائدا للغاز الطبيعي في المستقبل. ولكن هذه التوقعات لم تتحقق ولم تزدد اهمية الغاز الطبيعي في الاستهلاك العالمي من الطاقة الا بمقدار ضئيل كما هو واضح من جدول (٨ - ١٢). فقد ارتفعت نسبة الغاز في الاستهلاك العالمي من الطاقة من

جدول (٨ - ١٢) : نسبة استهلاك الغاز الطبيعي الى مجموع استهلاك الطاقة في العالم حسب المناطق، ١٩٧٠ - ١٩٨٥.

(نسبة مئوية)

المنطقة	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
امريكا الشمالية	٣٢	٢٨ر٨	٢٦ر٢	٢٤ر٤
اوروبا الغربية	٦	١٣	١٤ر٤	١٥ر٦
اليابان	١	٢ر٣	٦ر١	٩ر٩
الدول الاشتراكية	١٤	١٥ر٨	١٩ر٠	٢٢ر٤
الدول النامية	١٢	١١ر٥	١٢ر٢	١٥ر٦
مجموع العالم	١٨	١٧ر٣	١٨ر٦	٢٠ر١

المصدر: جدول (٢ - ٥) من الفصل الثاني.

١٨٪ سنة ١٩٧٠ الى ٢٠ر١٪ سنة ١٩٨٥. هذا وتتفاوت حصة الغاز في اجمالي استهلاك الطاقة من منطقة الى اخرى، حيث بلغت ٢٤ر٤٪ في امريكا الشمالية و٢٢ر٤٪ في الدول الاشتراكية في حين شكلت ٩ر٩٪ فقط في اليابان وذلك لسنة ١٩٨٥. والملاحظ ايضا ان حصة الغاز انخفضت في الولايات المتحدة خلال الفترة المذكورة الا انها ارتفعت بشدة في اليابان والدول الاشتراكية. أما الاسباب التي تعوق تحسن حصة الغاز وأخذه الدور الرائد الذي يتناسب مع حجم احتياطياته فانها تنبع من المعوقات التي تواجهها صناعة استغلال الغاز الطبيعي والتي تتلخص في الآتي :

أولا : مشكلة الحجم : تمتاز صناعة الغاز الطبيعي بكثافة رأسمالية عالية جدا بسبب الحاجة الى استثمارات ضخمة في شبكات الانابيب في مرحلتي التجميع والتوزيع وذلك للتأكد من توافر الكميات اللازمة من الغاز لاستيفاء الطلب

والاستفادة من اقتصاديات الحجم التي تتميز بها الانابيب. نذكر على سبيل المثال ان التكلفــة المقـدرة لمشـروع الغـاز السعـودي المسمى نظـام الغـاز الـرئيسي هي ١٥ بليـون دولار في حين بلغت كلفـة مشـروع انـابيب الغـاز بين الاسكـا والجـزء الشمالي الغربي من الولايات المتحدة حوالي ٤٠ بليون دولار.

ثانيا: مشكلة النقل: ان تكاليف نقل الغاز أعلى بكثير من تكاليف نقل النفط فقد تم تقدير تكاليف نقل الغاز على اساس المحتوى الحراري بما يساوي ضعف تكاليف نقل النفط في حالة الانابيب. أما بواسطة الناقلات المخصصة لنقل الغاز الطبيعي المســال فان تكـاليف النقـل تقـدر بحـوالي أربعـة أضعـاف تكاليف نقل النفـط. لذا يمكن القـول ان مفتاح الاستخدام التجاري للغاز الطبيعي يكمن في اقتصاديات النقل.

ثالثا: الحاجة الى منشآت متخصصة: نظرا لأهمية مقادير الغاز الطبيعي المسال في الصادرات فان هناك حاجة لاقامة منشآت متخصصة لإسالة الغاز في بلد التصدير واخرى لتحويله الى غاز في بلد الاستيراد. لذلك فان التسويق غير مرن بسبب ما تتطلبـه عمليـة الاستثمار في هذه المنشـآت من عقود طويلة الامد لتحقيق الجدوى الاقتصادية لهذا النوع من المشاريع.

رابعا: عدم توافر الاحتياطيات بسهولة: ان معظم احتياطيات الغاز الطبيعي موجـودة في منـاطق بعيـدة ووعـرة او في الـدول النامية التي تفتقد المشاريع التحتية الضـروريـة في حين يتركـز الطلب على الغـاز في الـدول الصناعية. ويؤدي هذا التفاوت الى رفع تكاليف استغلال الغاز مما يحد من الجدوى الاقتصادية.

خامسا: عدم توافر الاستقرار: بسبب التقلبـات الحادة في اسعار مصادر الطاقة وخصـوصـا النفـط وكـذلك وجود خلافات سياسية فان احتمال الوصول الى عقود طويلة الاجل يبدو بعيدا. حيث ان الاسعار المستقبلية لمصادر الطاقة ومخاطر توقف عمليات الشحن في المستقبل بسبب الخلافات يجعل من المحتمل حدوث خسائر باهظة.

وبـالنسبـة لتجـارة الغاز عبر الانابيب فانها تتطلب توافر الاستقرار السياسي في الـدول التي تمر فيهـا خطـوط الانابيب كشرط اساسي لتوافر الجدوى الاقتصادية.

ونظرا لان ٨٠٪ من تجارة الغاز تمت عبر الانابيب سنة **١٩٨٣** فان احتمالات زيادة استخدام الانابيب غير واردة الا في حالات قليلة جدا. لذلك فان الزيادات المتوقعة يجب ان تعتمد على الناقلات وهذا يجعل امكانات النمو في تجارة الغاز متحفظة لما تواجه هذه الصناعة من معوقات عديدة سبق ذكرها.

سادسا: حساسية السوق محليا وعالميا: ان حساسية سوق الغاز نابعة من وجود عدد كبير من البدائل في استخداماته وضيق السوق مما يحد من احتمالات قيام ونمو الصناعة. فتركز استخدامات الغاز الطبيعي في الصناعة والقطاع المنزلي كوقود يجعله عرضة للمنافسة الشديدة من الفحم وزيت الوقود وزيت الغاز والكهرباء مما يحتم تسعيره بصورة تنافسية، لكي يستطيع منافسة هذه البدائل. ولكن تسعير الغاز الطبيعي بهذه الصورة يقلل من فرص نمو هذه الصناعة لعدم وجود حافز اقتصادي كاف للقيام بالاستثمارات الضرورية، خصوصا واننا سبق وأن أشرنا الى ان الاستثمارات الضرورية للاستفادة من احتياطيات الغاز كبيرة جدا مما يتطلب عائدا مجزيا لتبريرها.

وفيما يتعلق بضيق السوق فان ذلك نتيجة مباشرة لخواص هذه الصناعة والتي اهمها ضرورة توافر المنشآت المتخصصة وتوافر التقنية اللازمة في البلد المستورد للغاز بالاضافة الى وجود عدد كاف من المستهلكين الراغبين في استخدام الغاز. ولا شك ان الدول الصناعية هي الوحيدة التي تمتلك الموارد الضرورية لانشاء هذه المنشآت بالاضافة الى اتساع اسواقها مما يساعد في وجود اعداد كبيرة من المستهلكين. لذا فان احتمالات نمو صناعة الغاز تتركز في هذه الدول في المستقبل القريب. ويشكل العائق الوحيد امام توسع صناعة الغاز في الدول الغربية الصناعية خلال السنوات القادمة احتمالات تباطؤ معدلات النمو الاقتصادي في هذه الدول كما هو متوقع من جانب سكرتارية منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية.

وللتغلب على هذه المعوقات هناك اتجاه جديد يعطي بعض الامل في اتساع نطاق تجارة الغاز مستقبلا. يعتمد هذا الاتجاه على تحويل الغاز الطبيعي الى ميثانول (Methanol) أو ما يسمى بالكحول المثيلي. حيث تمتاز هذه الطريقة بكونها

عديمة المخاطر ولا تتطلب تكاليف رأسمالية عالية ولو انها تؤدي الى فقدان حوالي ٤٠٪ من المحتوى الحراري للغاز مقارنة مع ٢٥٪ في حالة التسييل والتحويل الى غاز. يستخدم الميثانول عموما بسهولة كوقود للسيارات (بعد اجراء تعديلات على الآلات) او لانتاج الكهرباء او كلقيم في الصناعات البتر وكيماوية المختلفة. ويحتمل أن يلعب الميثانول دورا مهما في المستقبل مع تقدم طرق تصنيعه وانخفاض تكاليف انتاجه، خاصة وان هذه الطريقة تتيح استغلال الكميات الهائلة من الغاز الطبيعي المتوافرة في العالم وبالذات الاحتياطيات المتركزة في الدول النامية أو تلك الموجودة في المناطق النائية.

(هـ - ٤) أنماط تسعير الغاز الطبيعي (Natural Gas Pricing) :

ان محدودية عدد المشاركين في تجارة الغاز وضآلة الكميات المصدرة مقارنة مع الكميات المنتجة بالاضافة الى عدم وجود اسواق تتحدد فيها اسعار الغاز كل ذلك يجعل من الصعب تسعير الغاز. لذلك فانه عادة ما تتم عملية التسعير من خلال اتفاقيات ثنائية (Bilateral Agreements) بين البائع والمشتري مع الأخذ بالاعتبار الظروف السائدة في أسواق الطاقة، حيث ان الطلب على الغاز الطبيعي خاصة للاستخدامات الصناعية يمتاز بمرونته السعرية المرتفعة مقارنة مع تلك للنفط الخام بسبب عدم حيازته لاستخدامات محددة كما هي الحال بالنسبة للنفط. فالغاز يتنافس مباشرة مع زيت الغاز والفحم وزيت الوقود والكهرباء كمصدر للوقود وبالتالي يتعرض للمنافسة الشديدة من هذه البدائل مما يحتم تسعيره بالشكل المناسب لضمان محافظته على حصته في السوق.

عموما، تشمل العقود الثنائية المتعلقة بتجارة الغاز الطبيعي عدة بنود اساسية اهمها :

أولا : مدة العقد وهي تتفاوت من عقد الى اخر ولكنها تصل الى ٢٠ أو ٢٥ سنة.

ثانيا : الكمية المتعاقد عليها وتشمل فقرة (خذ او ادفع)، وهي تمثل نوعا من التأمين للبائع لضمان الحصول على مقدار معين من الايرادات من خلال فرض حد أدنى للكميات التي يجب شراؤها. لا شك ان الكمية الاجبارية المتفق عليها تحدد مدى مرونة العقد من وجهة نظر المشتري. ويمكن القول بأن العقود

الاوروبية تمتاز عن غيرها بمرونتها الكبيرة في حين تكون عقود الجزائر مع الدول الاوروبية اكثر تشددا .
ثالثا : يحدد السعر الاساسي على شكل وحدة نقدية لكل مليون (ب ت يو)، وعادة ما يتطلب تحديد السعر الأساسي محادثات مطولة .
رابعا : يتم تحديد نوع النقد المستخدم في عمليات الدفع وعادة ما يكون بالدولار. بدأت حديثا بعض الدول الاوروبية تفرض شروط القبول باستخدام نقدها الخاص كما هي الحال مع فرنسا والمانيا الغربية في اتفاقياتها مع الاتحاد السوفيتي .
خامسا : يتضمن العقد شروط اعادة التفاوض وتكون على اساس فترة سنتين الى ثلاث سنوات وتهدف الى اعطاء جانبي العقد فرصة تعديل بعض المواد تبعا للظروف المستجدة في اسواق الطاقة .
سادسا : رقم قياسي للاسعار يعتمد على البدائل المتوافرة للغاز او على اساس النفط الخام . هذا ويستخدم الرقم القياسي في تعديل سعر البيع من فترة الى اخرى (ربع أو نصف سنة)، وقد يحتوي الرقم القياسي على متغيرات اخرى كالتضخم . ومنذ سنة ١٩٨١ اصبح الرقم القياسي يعتمد على سلة من النفوط وقد كان ذلك بمثابة نجاح كبير للدول المصدرة للغاز في سعيها للتوفيق بين سعر النفط الخام والغاز الطبيعي على اساس المحتوى الحراري لكل منها .

وحتى نتعرف على كيفية تحديد سعر الاساس في العقد، نشير الى ان المحادثات التي تتناول هذا الموضوع تتركز اساسا على وجهتي نظر مختلفتين . فالدول المستوردة عادة ما تطالب بضرورة تسعير الغاز الطبيعي بشكل تنافسي مع بدائله وهي في الوقت الحاضر زيت الغاز وزيت الوقود والفحم بشكل اساسي . ولما كانت هذه البدائل منخفضة الاثمان فان هذه الدول تطالب بتحديد سعر منخفض للغاز لكي تتمكن من اختراق اسواق هذه البدائل . وفي المقابل تشير الدول المصدرة الى ان الغاز الطبيعي يعتبر من انظف اصناف الوقود واكثرها مرونة في الاستخدام مما يتطلب تسعيره على اساس المحتوى الحراري مقارنة مع النفط الخام مع اضافة مكافأة تعكس نظافة الوقود.

يتضح من الحديث السابق ان هناك نمطين لتسعير الغاز الطبيعي في السوق والفرق بينهما ناتج عن كيفية توزيع الريع الاقتصادي بين طرفي العقد. ونستعرض فيما يلي هذين النمطين باختصار.

النمط الاول: التسعير على اساس التكافؤ مع النفط (Parity with Oil Pricing)

فضل المنتجون هذه الطريقة، وهي تعتمد على تسعير الغاز الطبيعي على اساس المحتوى الحراري مقارنة مع اسعار فوب للنفط الخام. ويرى المنتجون ان هذا النمط التسعيري يعوضهم عن تكاليف الانتاج والتجميع بالاضافة الى تكلفة الفرصة المصاحبة لانتاج الغاز الطبيعي الذي يعتبر موردا ناضبا. اضافة الى ذلك فان هذا النظام التسعيري يفترض انه ليس من واجب المصدرين تحمل جزء من تكاليف المراحل اللاحقة من تجارة الغاز لكونها تقع ضمن مسؤوليات المستوردين والمستهلكين.

النمط الثاني : التسعير الارجاعي (Net Back Pricing)

يفضل مستوردو الغاز هذا النمط التسعيري لاهتمامهم بالتكلفة النهائية للغاز مقارنة مع اصناف الوقود الاخرى المتوافرة، لذا فانهم يعارضون النمط التسعيري المقترح من جانب المنتجين على اساس ان الغاز الطبيعي ليس بديلا للنفط الخام بل للمنتجات النفطية الرديئة نسبيا (زيت الوقود وزيت الغاز) بالاضافة الى الفحم والكهرباء. وبما ان هذه البدائل متوافرة وتمتاز بانخفاض اثمانها فان من الضروري تسعير الغاز بشكل تنافسي مع هذه المصادر. ويجادل المستوردون بأن فرض اسعار مرتفعة للغاز الطبيعي يحد من امكانية دخوله للاسواق وخصوصا للاحلال محل زيت الوقود الذي يمتاز بانخفاض ثمنه مقارنة مع النفط الخام. ونظرا لعدم وجود طلب مقيد على الغاز فان ارتفاع اسعاره يمنع بالضرورة التوسع المستقبلي في استخداماته .

وينص هذا النمط التسعيري على تحديد سعر الغاز الذي يحصل عليه المصدرون من خلال تبني سعر نهائي للغاز اعتمادا على البدائل المتوافرة له ومن ثم الرجوع الى الخلف عبر سلسلة تجارة الغاز وطرح تكاليف التوزيع والتخزين والتغويز والنقل (سواء بالانابيب والناقلات) للوصول الى سعر الغاز عند ميناء التصدير (سعر فوب للغاز). ويمثل هذا السعر اقصى ما يمكن دفعه للمصدرين نظير الحصول على الغاز الطبيعي منهم.

واعتمادا على هذا النمط التسعيري طرحت منظمة الطاقة الدولية (IEA) المنبثقة من منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) سنة **١٩٨١** سعرا يعادل **٢٫٦٢ – ٣٫٠٥** دولار لكل مليون وحدة (ب ت يو) كسعر مثالي للغاز الجزائري المنقول عبر الانابيب و**٣٫٢٠ – ٣٫٦٣** دولار لكل مليون (ب ت يو) للغاز المنقول بواسطة الناقلات. وفي ذلك الحين كانت الجزائر تبيع الغاز على اساس سعر يعادل **٤٫٣٥ – ٥٫٢٨** دولار لكل مليون (ب ت يو) مع اصرارها على ان السعر الامثل هو **٦٫٠٧** دولار لكل مليون (ب ت يو) مما يضع الغاز على قدم المساواة مع النفط الخام الذي كان سعره آنذاك **٣٤** دولارا للبرميل.

ولا شك ان الفرق بين هذين النمطين من التسعير يعكس مدى الاهمية المعطاة لجانبي الصناعة. فالنمط الاول يركز على المرحلة العليا في حين يفضل النمط الثاني المرحلة اللاحقة. وعموما، تكون الاسعار المتفق عليها في عقود تجارة الغاز ما بين هذين السعرين مع اقتراب السعر من الحد الاعلى في حالات الشح في امدادات الطاقة وهيمنة البائعين في حين ينخفض السعر للحد الادنى في حالات ضعف الطلب على الطاقة وتوافر الامدادات.

* * * * * * * * * *

مراجع الفصل الثامن

- Fereidun Fesharaki and David T. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.

- E.N. Tiratsoo, Natural Gas, Scientific Press Ltd., England, Third Edition, 1979.

- Manfred Grathwohl, World Energy Supply, Resources, Technologies, and Perspectives, Walter de Gruyter & Co., Berlin, Germany, 1982.

- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.

- Jacques Percebois, «Gas Market Prospects and Relationship with Oil Prices», «Energy Policy», August 1986.

- Loe R. Aalund, «Annual Gas Processing Report, Oil and Gas Journal, July 14, 1986.

- Melvin A. Conant, Editor, The World Gas Trade, Westview Press, Inc., U.S.A., 1986.

- عبدالرحمن خليل الجوهري، **الغاز الطبيعي في العالم العربي**، في **دراسات مختارة في الصناعة النفطية**، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، ١٩٧٩.

الفصل التاسع

الصناعات النفطية الأخرى : صناعة البتروكيماويات

(Oil-Related Activities : Petrochemical Industry)

أ - تطور صناعة البتروكيماويات تاريخيا .

ب - المنتجات البتروكيماوية واستخداماتها :

(ب - ١) الأولفينات .

(ب - ٢) العطريات .

(ب - ٣) الميثانول .

(ب - ٤) الأمونيا واليوريا .

(ب - ٥) البتروكيماويات الوسيطة والنهائية .

ج - طرق انتاج البتروكيماويات الاساسية .

د - هيكل صناعة البتروكيماويات :

(د - ١) مميزات صناعة البتروكيماويات .

(د - ٢) توزيع الطاقة الانتاجية في العالم .

هـ - التحولات الجارية في صناعة البتروكيماويات :

(هـ - ١) دخول الدول النفطية في صناعة البتروكيماويات .

(هـ - ٢) التغيرات في انماط المدخلات .

و - الوضع الراهن في صناعة البتروكيماويات .

- المراجع .

أ - تطور صناعة البتروكيماويات تاريخيا

يرجع تاريخ صناعة البتروكيماويات الى ما قبل اكتشاف النفط، حيث كانت الدول الاوروبية في منتصف القرن التاسع عشر تعتمد على الهيدروكربونات المستخلصة من الفحم لانتاج مختلف المنتجات الهيدروكربونية. وكانت المانيا الدولة الاوروبية الرائدة في هذا المجال. ويمكن القول بأن التقدم العلمي في حقل الكيمياء العضوية كان السبب الأساسي في نمو هذه الصناعة وتشعبها. والمقصود بالكيمياء العضوية العلم الذي يبحث في صفات ذرة الكربون وتفاعلاته المختلفة. ونظرا لأن مادة الكربون تتميز بخاصية فريدة تتمثل في قدرتها على الارتباط والتفاعل مع معظم المواد الاخرى بالاضافة الى الارتباط مع نفسها فان من الممكن خلق جزيئات كربونية مختلفة الاشكال (سلاسل أوحلقات أو مكعبات أو تركيبات ذات شعب اوبدون واخيرا مركبات بسيطة اومعقدة) ومتفاوتة في الصفات الطبيعية والكيماوية. أما علم الكيمياء المتخصص في الهيدروكربونات فهو جزء بسيط من حقل الكيمياء العضوية نظرا لاهتمام هذا الحقل في تفاعلات مادتين فقط هما الهيدروجين والكربون.

ومما لا شك فيه ان عدد المركبات الممكن خلقها من مادتي الهيدروجين والكربون كبيرة جدا ولكن اضافة المواد الاخرى كالاكسجين والنيتروجين والكبريت والفسفور والرصاص والكلور تؤدي الى امكانية خلق مئات الالوف من المركبات. وهناك في الوقت الحاضر مالا يقل عن نصف مليون مركب تحتوي على الكربون كمادة اساسية ولكن من المحتمل ان يزداد هذا العدد مستقبلا. وتعتبر عمليات الأزمرة والبلمرة والألكلة التي طورت في بداية القرن العشرين من أهم الأسباب وراء التطور الهائل في حقل صناعة البتروكيماويات، اذ جعلت من الممكن انتاج مركبات عديدة من خلال تغيير التركيب الكيماوي لمركب معين.

ويمكن القول عموما بأن النفط لم يبدأ استخدامه في صناعة البتروكيماويات حتى العشرينات من القرن الحالي. والسبب في التحول نحو النفط هو استمرار

التقدم في صناعة الآلات ذات الاحتراق الداخلي مما أجبر المصافي على انتاج كميات كبيرة من الغازات نظرا لاستخدام عمليات التكسير في المصافي. ومكنت الزيادة في انتاج غازات المصافي من التوسع في انتاج مادة الايزوبروبيل أوما يسمى بالكحول الايزوبروبيلي بواسطة عملية الأزمرة. وكان هذا الصنف من الكحول ينتج أساسا من تخمير الكربوهيدرات كالسكر ويستخدم بشكل واسع في تصنيع الأدوية ومواد التجميل والمواد الصيدلانية.

ومع بدء الثلاثينات توسعت استخدامات عمليات الأزمرة (Isomerization) والبلمرة (Polymerization) حيث بدأت المصافي بتحويل مقادير متزايدة من الغازات الى ايسومرات (Isomers) وبلمرات (Polymers)، وقد كان لاشتعال الحرب العالمية الثانية أثر كبير في زيادة الطلب على البتروكيماويات بسبب حاجة الجيوش الى الأقمشة والمتفجرات والمواد البلاستيكية والعقاقير والمطاط الصناعي. هذا وقد توسعت الصناعة منذ ذلك الحين لتصل قيمة منتجاتها حوالي ٧٠٠ بليون دولار في حين بلغت قيمة التجارة فيها حوالي ١٢٥ بليون دولار وذلك سنة ١٩٨٠. وتشكل الدول الصناعية الغربية واليابان بالاضافة الى الدول الاشتراكية المراكز الرئيسية لانتاج البتروكيماويات في العالم في حين تعتمد الدول النامية على الواردات لاستيفاء متطلباتها من هذه المواد.

ب - المنتجات البتروكيماوية واستخداماتها

رغم أن صناعة البتروكيماويات تنتج عددا هائلا من المنتجات إلا أنها تعتمد بشكل عام على عدد صغير ومحدود من المدخلات والمخرجات الأساسية. فالمدخلات (اللقائم) هي سوائل الغاز الطبيعي كالبروبان والبيوتان بالإضافة الى غاز الايثان والنافثا التي تتكون من مجموعة من المكثفات الواقعة بين الغازولين والكيروسين وأخيرا زيت الغاز. أما المخرجات الأساسية فيمكن تقسيمها الى أربع مجموعات أساسية هي الاولفينات والعطريات والميثانول وأخيرا الامونيا واليوريا. وتجدر الإشارة هنا إلى أنه فيما عدا مركبي الميثانول والامونيا فإن المركبات

الأخـرى جميعهـا تنتـج بشكـل طبيعي من عـملية التكرير ولكن نظرا لصغر الكمية المنتجـة مقـارنـة بالطلب عليهـا فان المصـانع البتر وكيماوية تتخصص في إنتاج هذه المركبات عن طريق استخدام المدخلات السابقة وبكفاءة مرتفعة. ونستعرض فيما يلي باختصار كل مجموعة من المخرجات.

(ب - ١) الاولفينات (Olefins):

تشمـل هذه المجمـوعـة الاثيلين (Ethylene) والبر وبيلين (Propylene) والبيوتلين (Butylene) والبيـوتـادين (Butadiene) بالاضافة الى بعض المركبات الاخرى. وتنتج هذه المـركبـات أسـاسا بالترتيب من غازات الايثان والبر وبان والبيوتان عن طريق انتـزاع ذرة أوذرتي هيـدروجـين منهـا. فالإيثـان يصبـح اثيلين عنـد انتـزاع ذرتي هيـدروجـين منـه في حين يتحـول البر وبان الى بروبيلين والبيوتان يصبح بيوتلين. ويتحول البيوتان الى بيوتادين عند انتزاع اربع ذرات هيدروجين منه.

ولما كانت هذه المركبات تحوي رابطة كربون كربون او اكثر بسبب فقدان ذرتي هيـدروجـين أو اكثـر فانها نشطة كيماويا ويطلق عليها تسمية مركبات غير مشبعة. لذلك فمن الممكن تكسير الرابطة الموجودة بين ذرتي الكربون تحت ظروف مناسبة لخلق جزيئات كيماوية تتفاعل مع نفسها أومع مركبات اخرى من خلال عمليات البلمرة والأزمرة والألكلة. فعلى سبيل المثال يتفاعل الاثيلين مع نفسه عن طريق عمليـة البلمـرة ليتحـول الى الايثلين المتعـدد (أو البـولي اثيلين Polyethylene) وكذلك بالنسبة للبروبيلين الذي يتحول الى ايزوبروبيلين (Isopropylene) بواسطة عملية الأزمرة كما يتحول البيوتين الى ايزوبيوتين. عموما، تستخدم الاولفينات في صناعة البلاستيك والأصباغ والورنيشات والأدوية والمواد الصيدلانية والمواد القاتلة للحشـرات والأليـاف. ونـذكـر أخيرا ان انتاج الاولفينات وخصوصا الاثيلين يتم باستخـدام عمليـة التكسـير لعـدة لقـائم هي : غاز الايثـان والنـافثـا والـبر وبان والبيوتان وزيت الغاز. كما انه يمكن انتاج الاثيلين من خلال تحويل الميثانول أو الايثانول.

(ب - ٢) العطريات (Aromatics) :

تنتج العطريات من المركبات النافثينية التي لها تركيب حلقي بعد تحويلها الى مركبات غير مشبعة من خلال انتزاع ذرة هيدروجين منها. وتتكون العطريات من عدد كبير من المنتجات ولكن أهمها هي ثلاثة فقط، البنزين (Benzene) والتولوين (Toluene) والزيلين (Xylene)، ويعتبر البنزين أهمها على الاطلاق ولكنه يتواجد بمقادير صغيرة مقارنة مع المركبين الآخرين. ولما كانت هذه المركبات تمتاز بسهولة تحويلها من شكل الى آخر فان مقدارا كبيرا من التولوين والزيلين يتم تحويله الى بنزين لسد النقص في هذا المركب. ونشير هنا إلى أن العطريات توجد بشكل طبيعي في النفط الخام ولكن بنسب ضئيلة، لذا فمن الضروري استخدام عمليات التكسير للمنتجات النافثينية لانتاج مزيد منها.

يستخدم البنزين في صناعة عدد كبير من الكيماويات مثل المواد القاتلة للحشرات والمنظفات ومادة الستيروفوم ومادة بولي يوراثين وأخيرا الألياف الصناعية. أما التولوين فانه يستخدم في تصنيع الأصباغ والمتفجرات والبلاستيك والمواد الصيدلانية.ويدخل الزيلين في تصنيع البلاستيك والالياف.

(ب - ٣) الميثانول (Methanol) :

يعتبر الميثانول أو الكحول المثيلي من أبسط الكحوليات وقد كان في السابق ينتج من الأخشاب. ولكن بدأ حديثا استخدام غاز الميثان لقيما أساسيا في انتاج الميثانول بشكل مباشر. ويمكن كذلك انتاج الميثانول من خلال استخدام الغاز التركيبي (Synthesis Gas) الذي يتكون اساسا من الهيدروجين وأول اكسيد الكربون. ويأتي الغاز التركيبي بشكل أساسي من عمليات المعالجة للمنتجات النفطية ومن خلال تحويل الفحم الى غاز أو من عمليات البناء للمنتجات الخفيفة في مصانع التكرير. أما الاستخدام الأساسي للميثانول فهو في انتاج مادة الفورمالدهايد (Formaldehyde) بالاضافة الى امكانية خلطه مع الغازولين واستعمال الخليط وقودا للسيارات أو استعماله بمفرده وقودا لبعض السيارات المصممة خصيصا لذلك.

(ب – ٤) الأمونيا واليوريا (Ammonia & Urea) :

لا تعتبر مادة الأمونيا مركبا هيدروكربونيا لاحتوائها على مركبي النيتروجين والهيدروجين فقط، إلا أنها تنتج اساسا من النفط الخام. أما اليوريا فانها تنتج من الأمونيا من خلال تفاعلها مع غاز ثاني اكسيد الكربون. وتأتي أهمية الامونيا في الاستخدامات الزراعية بالاضافة الى انتاج مختلف البتروكيماويات الحاوية للنيتروجين. أما اليوريا فتستخدم في انتاج اليوريا فورمالدهايد والمواد البلاستيكية. وتنتج الأمونيا بشكل أساسي من غاز الميثان الا انه من الممكن انتاجها من النافثا أو الفحم.

(ب – ٥) البتروكيماويات الوسيطة والنهائية (Intermediate and Final Petrochemicals) :

تمثل البتروكيماويات الوسيطة مرحلة متوسطة من الانتاج حيث انها تعتبر سلعا شبه نهائية لكونها تستخدم في تصنيع منتجات اخرى. ولكن هذا التصنيف غير دقيق لدخول بعض هذه المنتجات في الاستهلاك مباشرة. ومن أمثلة المنتجات الوسيطة نذكر مادة الاثيلين جلايكول (Ethylene Glycol) ومونوفينيل كلوريد.

أما المنتجات النهائية فهي تلك التي تخرج من المرحلة النهائية من الانتاج وتكون جاهزة للاستخدام. وتضم هذه المجموعة عددا هائلا من البتروكيماويات نذكر منها بولي اثيلين وبولي فينيل كلوريد اللذين يستخدمان في صناعة اكياس البلاستيك والانابيب. وأخيرا هناك مادة الكربون والهيدروجين المستخلصين من بعض العمليات. أما الكربون فيستخدم في عدد كبير من المنتجات كالاطارات والبلاستيك والحبر والاسطوانات والأفران والألماس الصناعي وبعض اجزاء المفاعلات النووية، في حين يستخدم الهيدروجين المنتج إما في عمليات كيماوية اخرى داخل المصنع أو وقودا.

ج - طرق انتاج البتروكيماويات الأساسية

هنـاك عدد كبـير من العمليـات في المصانع البتر وكيماوية نذكر أهم ست منها. ويتم من خلال هذه العمليـات تحويـل الهيـدروكـربـونـات الى البـتر وكيـماويات الأسـاسيـة والمتـوسطـة. ويقصـد بالبـتر وكيماويات المتوسطة تلك التي تتكون من اضافة جزيئات من مركبات مختلفة الى المركبات الأساسية. وهذه العمليات هي :

أولا : ازالة الهيدروجين (Dehydrogenation):وتستخدم في ازالة ذرة هيدروجين أو اكثـر من المـركبـات الهيـدروكـربونية المشبعة لتحويلها الى غير مشبعة، وتنتج هذه العملية الأولفينات والعطريات.

ثانيـا : الأكسـدة (Oxidation):وتعني اضـافـة الاكسجـين لجزيء من المـركبـات الاساسية لانتاج مركبات حاوية للاكسجين.

ثالثا : اضافة الكلور (Chlorination):وتستخدم في انتاج مركبات كلورية من خلال اضافة ذرة كلور.

رابعا : اضافة الكبريت (Sulfuration):وتستخدم لانتاج مركبات كبريتية.

خامسـا : الكـربنـة (Carbonization):وتعني ازالـة جميـع ذرات الهيدروجين لانتاج الكربون الخالص.

سادسا : انتاج الهيدروجين (Hydrogen Generation):ويتم بواسطتها التخلص من جميع ذرات الكربون لانتاج الهيدروجين النقي.

وتعتـبر عمليـة ازالـة الهيـدروجين عموما اكثر الطرق انتشارا لانتاج الاولفينات والعطـريـات، وتتم بواسطـة الحـرارة مع وجـود عامل مساعد في بعض الحالات. وتأتي أهمية وجود العامل المساعد في العمليات الكيماوية من امكانية توفير الظروف المـلائمـة للتفـاعل دون الحاجة للجوء الى الحرارة والضغط المرتفعين مما يتسبب في رفع التكاليف وزيادة خطورة عمليات الانتاج. ويوضح جدول (٩ - ١) نسبة كل منتج من عملية ازالة الهيدروجين تبعا لنوع اللقيم المستخدم. ويلاحظ ان الاثيلين

جدول (٩ - ١) : نسبة المنتجات الأساسية حسب نوع اللقيم.

المنتج	النسبة الى الوزن (٪) من اللقيم					
	سوائل الغاز الطبيعي (البروبان والبيوتان والايثان)		النافثا		زيت الغاز	
الايثلين	٦٠ (		٣٠ (		٢١ (	
البروبيلين	١٠ (	٧٣	١٦ (	٥٦	١٤ (	٤٦
بيوتادين	٢ (		٥ (		٥ (	
بيوتلين	١ (		٥ (		٦ (	
بقايا النافثا	٢		١٦		١٩	
بقايا وقود	٢٥		٣٠		٣٥	

المصـــدر :

List, H.L., Petrochemical Technology, Prentice - Hall, 1986, Page xv1.

هو المـادة الأسـاسيـة في جميـع الحالات ولكن ترتفع النسبة بشكل ملحوظ في حالة استخـدام سوائـل الغـاز الطبيعي لتصـل الى حوالي ٦٠٪ بالمقـارنة مع زيت الغاز الذي تصل نسبته حوالي ٢١٪ فقط. أما الأولفينات الاخرى (بروبيلين وبيوتادين وبيوتلين) فانها توجد بنسب ضئيلة في حالة سوائل الغاز الطبيعي بالمقارنة مع النافثا وزيت الغـاز. الا انـه بصفة عامة تشكل نسبة الاولفينات الى مجموع المنتجات ما يقـارب من ٧٣٪ في حالـة سوائـل الغـاز الطبيعي في حين تنخفض في حالة النافثا وزيت الغاز لتصل الى حوالي ٥٦٪ و٤٦٪ بالترتيب.

وفيـما يتعلق بالعطـريـات فانهـا بالاضـافة الى وجودها بشكل طبيعي في النفط الخـام بها نسبتـه ٥ر٢٪ إلا أنـه يمكن تحويـل بعض المـركبات النافثينية الموجودة في النفط الخام الى عطريات باستخدام عملية ازالة الهيدروجين. تتواجد العطريات أسـاسـا في بقـايـا النـافثـا النـاتجـة من تعـريض اللقـائم المختلفـة لعمليـة ازالـة

الهيدروجين. ويتضح من جدول (٩ - ١) ان العطريات تنتج بشكل اساسي في حالة استخدام النافثا وزيت الغاز. وحيث ان الطلب على البنزين يمثل الجزء الأعظم من الطلب على العطريات فانه عادة ما يتم تحويل المنتجات الاخرى الى البنزين لاستيفاء الطلب.

تمثل الاولفينات والعطريات بشكل عام حوالي ٩٠٪ من المنتجات الاساسية في صناعة البتروكيماويات. أما الكمية المتبقية فتمثل انتاج الميثانول والامونيا. ونذكر هنا ان مادة الاثيلين هي المادة الأساسية بالمقارنة مع جميع المركبات الاخرى حيث انها تشكل النسبة العظمى من انتاج البتروكيماويات الأساسية.

د - هيكل صناعة البتروكيماويات

سبق وأن أشرنا الى ان صناعة البتروكيماويات تتركز بشكل اساسي في الدول الصناعية الغربية والشرقية بالاضافة الى اليابان. وبلغت قيمة منتجات هذه الصناعة حوالي ٧٠٠ بليون دولار تقريبا في حين وصلت قيمة التجارة فيها حوالي ١٢٥ بليون دولار وذلك لسنة ١٩٨٠. وقد بلغت نسبة دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في الانتاج العالمي من البتروكيماويات حوالي ٦٥٪ في حين بلغت نسبة الدول الاشتراكية حوالي ٢٥٪. وتعتبر اوروبا الغربية الجهة المهيمنة على السوق العالمية حيث شكلت صادراتها نحو ٥٦٪ من اجمالي صادرات العالم سنة ١٩٨٠. وتشكل في المقابل الدول النامية اكبر مستورد للمنتجات البتروكيماوية، حيث شكلت وارداتها حوالي ٧٠٪ من مجمل استهلاكها. أما الولايات المتحدة فتعتبر اكبر مستهلك للمنتجات البتروكيماوية على الاطلاق وتستوفي احتياجاتها داخليا، في حين تشكل المانيا الغربية أهم الدول المصدرة.

ويبين جدول (٩ - ٢) نسبة الصادرات البتروكيماوية لبعض الدول الى اجمالي صادرات العالم على اساس القيمة بالدولار وذلك للفترة من ٧٠ الى ١٩٨٠. من الواضح ان الدول الغربية الصناعية تحوز على النسبة العظمى من الصادرات العالمية. هذا وقد انخفضت حصة الولايات المتحدة بالمقارنة مع الدول الأخرى لتأخذ المركز الثاني بعد المانيا الغربية. أما هولندا وبريطانيا وفرنسا فقد ازدادت حصصها جميعا.

جدول (٩ – ٢) : نسبة الصادرات البتروكيماوية لبعض الدول الى اجمالي صادرات العالم، ١٩٧٠ – ١٩٨٠ .
(نسبة مئوية على اساس القيمة بالدولار)

الدولة	١٩٧٠	١٩٧١	١٩٧٢	١٩٧٣	١٩٧٤	١٩٧٥	١٩٧٦	١٩٧٧	١٩٧٨	١٩٧٩	١٩٨٠
الولايات المتحدة	٢٥ر٥	٢١ر٧	٢٠ر٤	٢٠ر١	١٨ر٠	١٩ر٦	١٩ر٩	١٩ر٨	١٤ر٨	١٥ر٨	١٦ر٩
المانيا الغربية	٢٠ر٧	٢٠ر٣	١٩ر٦	٢٢ر٠	٢١ر٥	٢٠ر٤	٢١ر١	٢١ر٥	٢١ر٨	٢٢ر٠	٢١ر٢
اليابـــان	٩ر٥	١١ر٤	١٢ر١	٨ر٣	١٠ر١	١٠ر٢	٩ر٣	٩ر٦	٩ر٦	٨ر٠	٧ر٨
هولندا	٨ر٨	٩ر٧	١١ر٢	١١ر٩	١٣ر٢	١٢ر٠	١٢ر٧	١١ر٥	١١ر٥	١٢ر٠	١٣ر٨
بريطانيا	٧ر٧	٨ر١	٧ر٦	٨ر١	٩ر٠	٨ر٣	٨ر٦	٨ر٩	٩ر٣	٩ر٦	١٠ر٣
فرنســا	٦ر٦	٦ر٥	٦ر٥	٧ر٥	٧ر٠	٧ر٢	٦ر٥	٦ر٩	١٠ر٨	١٠ر٨	١٠ر٦

المصدر :

Joseph L. Bower, When Markets Quake, Harvard Business School Press, 1986, Page 24.

(د – ١) : مميزات صناعة البتروكيماويات

نذكر فيما يلي بعض مميزات صناعة البتروكيماويات :

أولا : الكثافة الرأسمالية العالية – تعتبر صناعة البتروكيماويات من الصناعات الكثيفة رأسماليا بسبب ضخامة الاستثمارات اللازمة لقيام الصناعة. حيث تبلغ قيمة الاستثمارات للفرد الواحد حوالي ٢٠ – ١٠٠ ألف دولار.

ثانيا : وجود اقتصاديات الحجم – تمتاز هذه الصناعة بضخامة الطاقة الانتاجية القائمة حيث تصل الى حوالي ٥٠٠ – ٦٠٠ الف طن سنويا. وتتيح هذه الطاقة الانتاجية الهائلة، التي تفوق احتياجات عدد كبير من الدول النامية، الاستفادة من الوفورات الملازمة للانتاج الكبير.

ثالثا : التقدم التكنولوجي – هناك دور واسع للاختراع والابداع في هذه الصناعة وهذا يتطلب انفاق اموال طائلة على الأبحاث والتطوير. تؤدي هذه الميزة الى

سرعـة تقـادم المصنـع مما يدعـو الى الاستمـرار في ادخال عمليات جديدة لتجنب تردي الوضع التنافسي للشركة المنتجة.

رابعا : ارتفاع درجة ارتباط الصناعة - ترتبط صناعة البتر وكيماويات بالعديد من الصناعات الأخرى السابقة واللاحقة. فالمدخلات (اللقائم) المستخدمة تأتي من مصـانـع التكـريـر أو من مصـانـع معـالجـة الغـاز الطبيعي في حين تدخـل المخـرجـات (المنتجات الأساسية) في انتاج مختلف السلع المستخدمة في الحياة.

خامسـا : مرونـة اساليب الانتاج - تتميز هذه الصناعة بوجود طرق مختلفة لانتاج البـتر وكيـماويـات وبالتالي هناك مرونة في اختيار اللقائم واستبدال بعضها ببعض. وعـادة ما تكـون المـرونـة كبـيرة جدا خلال مرحلة بنـاء المصنـع وتقـل بعد اختيار الأسـاليب الانتـاجيـة، ولكن بعض الشـركـات بدأت حديثـا في ادخال عمليات متقدمة تتيح التحول من لقيم الى آخر للاستفادة من الاختلافات السعرية بين اللقائم.

سادسـا : التعقيـد وصعـوبـة الادارة - لا شك أن ضخامة المصانع البتر وكيماوية والتقدم التكنولوجي المستمر بالإضافة إلى تعدد المنتجات تتطلب توظيف مهارات عالية جدا لضمان القدرة على الاستجابة للتغيرات في أوضاع السوق والصناعة والتكنولوجيا.

وتفسـر هذه الميـزات أسبـاب عدم قدرة الـدول النـامية على الدخول الى هذه الصناعة في الماضي وبالتالي نجاح الدول الأوروبية الصناعية في السيطرة عليها.

(د - ٢) : توزيع الطاقة الانتاجية في العالم :

نظـرا لارتبـاط انتـاج مختلف البـتر وكيـماويـات بعضها ببعض لكونها منتجات متلازمة فان من الصعب الحديث عن الطاقة الانتاجية بشكل عام. إلا أنه بسبب أهميـة الاثيلين وحيـازته لنسبة كبيرة من إجمالي انتاج البتر وكيماويات الأساسية فان من الممكن مقـارنـة توزيـع الطـاقـة الانتـاجيـة للاثيلين في العـالم. يبـين الجدول (٩ - ٣) الطـاقـة الانتـاجيـة للاثيلين حسب المنـاطق الجغـرافية، في حين يوضح الجـدول (٩ - ٤) التـوزيـع حسب أهم الـدول خارج المنظومة الاشتراكية وذلك

للسنتين ١٩٨١ و١٩٨٦ . من الواضح ان المناطق الصناعية تسيطر على انتاج الاثيلين بنسبة ٧٠٪ من اجمالي انتاج العالم باستثناء العالم الاشتراكي ، في حين تأتي منطقة آسيا والشرق الأقصى في المرتبة الثالثة بنسبة ٣ر١٦٪ . أما أهم الدول المنتجة للاثيلين فهي الولايات المتحدة حيث تبلغ طاقتها الانتاجية حوالي ثلث طاقة العالم خارج الدول الاشتراكية . وتأتي اليابان والمانيا الغربية في المركزين الثاني والثالث على التوالي . وتشكل الطاقة الانتاجية في هذه الدول الثلاث حوالي نصف الطاقة الانتاجية العالمية خارج العالم الاشتراكي . أما الدول الاخرى التي تمتلك طاقات مهمة فهي فرنسا وهولندا وكندا والسعودية ودول اخرى . واللافت للنظر هو ان الدول العشر المذكورة في جدول (٩ - ٤) كانت تحوز فيما بينها زهاء ٧ر٨١٪ من اجمالي الطاقة الانتاجية في العالم خارج الدول الاشتراكية وذلك في سنة ١٩٨٦ .

وفيما يتعلق بالعالم الاشتراكي فان طاقته الانتاجية للاثيلين بلغت حوالي ٩ر٣ مليون طن متري سنويا سنة ١٩٨١ وهذا المقدار لا يتعدى ٢ر٧٪ من اجمالي الطاقة العالمية القائمة في تلك السنة . وتتركز هذه الطاقة بشكل أساسي في الاتحاد السوفيتي مع وجود طاقات انتاجية صغيرة في كل من بولندا وتشيكوسلوفاكيا وهنغاريا والمانيا الشرقية وبلغاريا كما هو موضح في جدول (٩ - ٥) .

أما بالنسبة للمنتجات البتروكيماوية الأخرى، فان جدول (٩ - ٦) يبين الطاقة الانتاجية وعدد المنتجين في أهم الدول وذلك في سنة ١٩٨٠ . من الواضح ان الاثيلين هو المنتج المهيمن من حيث الكمية في جميع الدول المذكورة في الجدول . وعند اضافة الطاقة الانتاجية للاثيلين والبولي اثيلين معا فان هذين المنتجين يشكلان القسم الاعظم من الطاقة الانتاجية .

جدول (٩ - ٣) : الطاقة الانتاجية للاثيلين للمناطق خارج الدول الاشتراكية، عامي ١٩٨١ و ١٩٨٦ .[١]

(مليون طن متري سنويا)

المنطقة[٢]	١٩٨١		١٩٨٦	
	الكمية	(٪)	الكمية	(٪)
امريكا الشمالية	١٩٫٨٦	٣٩٫٧	١٩٫٠٢	٣٩٫٥
امريكا اللاتينية	٣٫١٥	٦٫٣	٣٫٥٨	٧٫٤
اوروبا الغربية	١٨٫٤٨	٣٦٫٩	١٤٫٧٩	٣٠٫٧
آسيا والشرق الأقصى	٧٫٩٤	١٥٫٩	٧٫٨٥	١٦٫٣
الدول العربية	٤٠ر	٨ر	٢٫٢٦	٤٫٧
اخرى	٠٫٢٦	٥ر	٦٦ر	١٫٤
الدول غير الاشتراكية	٥٠٫٠٨	١٠٠٫٠	٤٨٫١٥	١٠٠٫٠

المصدر : Oil and Gas Journal, September 7, 1981 and September 1, 1986.

ملاحظة : (١) البيانات حسب يونيو ١٩٨٦ .

(٢) الدول خارج الدول الاشتراكية .

جدول (٩ - ٤): الطاقة الانتاجية للاثيلين حسب أهم الدول خارج العالم الاشتراكي، عامي ١٩٨١ و ١٩٨٦.[1]
(مليون طن متري سنويا)

الدولة	١٩٨١		١٩٨٦	
	الكمية	(٪)	الكمية	(٪)
الولايات المتحدة	١٨ر٠٧	٣٦ر١	١٦ر٧٨	٣٤ر٨
اليابان	٦ر١٢	١٢ر٢	٥ر٤٢	١١ر٣
المانيا الغربية	٤ر٩٧	٩ر٩	٣ر٦٦	٧ر٦
فرنسا	٢ر٩١	٥ر٨	٢ر٤٢	٥ر٠
هولندا	٣ر١٣	٦ر٣	٢ر٢٦	٤ر٧
كندا	١ر٧٩	٣ر٦	٢ر٢٤	٤ر٧
بريطانيا	٢ر٠٨	٤ر٢	٢ر٠٠	٤ر٢
السعودية	-	-	١ر٦١	٣ر٣
ايطاليا	٢ر٢٥	٤ر٥	١ر٤٩	٣ر١
البرازيل	١ر٢٢	٢ر٤	١ر٤٣	٣ر٠
الدول غير الاشتراكية	٥٠ر٠٨	١٠٠ر٠	٤٨ر١٥	١٠٠ر٠

المصدر: Oil and Gas Journal, September 7, 1981 and September 1, 1986.

ملاحظة: (١) البيانات حسب يونيو ١٩٨٦.
(٢) خارج الدول الاشتراكية.

جدول (٩ – ٥): الطاقة الانتاجية للاثيلين في الدول الاشتراكية، ١٩٨١.

(مليون طن متري سنويا)

الدولـــة	الكميـة	النسبة (٪)
الاتحاد السوفيتي	١ر٦٤	٤٢ر١
بولنـــدا	٠ر٥٣	١٣ر٦
تشيكوسلوفاكيا	٠ر٤٩	١٢ر٦
هنغاريا	٠ر٤٥	١١ر٥
المانيا الشرقية	٠ر٤٣	١١ر٠
بلغاريـا	٠ر٢٧	٦ر٩
رومانيـا	٠ر٠٨	٢ر١
اجمالي الدول الاشتراكية	٣ر٩٠	١٠٠ر٠٠

المصدر: F.Fesharaki and D. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Table (4.1), Page 197.

جدول (٩ – ٦): انتـاج البـتروكيـماويات: عدد المنتجين والطاقة القائمة في أهم الدول، ١٩٨٠.

الدولـــة	اثيلين		بولي اثيلين		بولي بروبيلين		بولي ستيرين	
	(١)	(٢)	(١)	(٢)	(١)	(٢)	(١)	(٢)
الولايات المتحدة	٢١	١٩ر٧٥	١٩	٩ر٦٠	١٢	٢ر٧٥	١٦	٢ر٣٢
ايطاليا	٧	٢ر١٣	٦	١ر٢٧	٣	١ر٧٥	٦	٠ر٥٠
فرنسا	٨	٢ر٧٠	٩	١ر٣٧	٥	ر٢٧	٦	ر٥٦
هولنـدا	٤	٢ر٦٧	٤	٠ر٦٧	٣	ر١٨	٢	–
المانيا الغربية	١٠	٤ر٦١	٩	٢ر٣٩	٦	ر٤٠	٣	ر٦١
بريطانيا	٥	٢ر٠٩	٦	ر٧٣	٢	ر٣٤	٥	ر٢٥
اليابان	١٢	٦ر٢٣	١٧	٢ر٥٦	١١	١ر١٨	٩	ر٨٠

المصدر : Joseph L. Bower, When Markets Quake, Harvard Business School Press, 1986, Page 18 .

ملاحظة : (١) عدد المنتجين.
(٢) الطاقة القائمة (مليون طن متري سنويا) .

هـ - التحولات الجارية في صناعة البتروكيماويات

لقد شهدت صناعة البتروكيماويات منذ ارتفاع اسعار النفط في نهاية سنة ١٩٧٣ تطورات عديدة أهمها دخول عدد كبير من الدول النامية الى هذه الصناعة وخصوصا الدول المصدرة للنفط. كذلك حدثت تحولات هامة في أنماط المدخلات (اللقائم) المستخدمة في انتاج مختلف البتروكيماويات. ونستعرض فيما يلي كلا من هذين التحولين باختصار.

(هـ - ١) : دخول الدول النفطية في صناعة البتروكيماويات :

أوجد ارتفاع اسعار النفط في نهاية سنة ١٩٧٣ ظروفا مناسبة للدول المنتجة للنفط للدخول الى صناعة البتروكيماويات. وتمثلت هذه الظروف في ارتفاع مداخيل هذه الدول وبالتالي قدرتها على تمويل هذه المشاريع ذات الكثافة الرأسمالية المرتفعة بالاضافة الى تغير هيكل التكاليف مما أعطى هذه الدول ميزة نسبية في انتاج البتروكيماويات.

فقبل ارتفاع اسعار النفط كان هيكل التكاليف في صناعة البتروكيماويات يمتاز بارتفاع التكاليف الثابتة بالمقارنة مع التكاليف المتغيرة (بنسبة ٧٠٪ الى ٣٠٪) لذلك فان الدول المنتجة للنفط وخصوصا تلك التي تمتلك إحتياطيات نفطية ضخمة لم تمتلك ميزة نسبية واضحة في هذه الصناعة وذلك لعدم أهمية تكاليف المدخلات في اجمالي تكاليف الانتاج. أما الاسباب الأخرى التي منعت دخول الدول النامية بما فيها النفطية من دخول هذه الصناعة في الماضي فتتلخص بالآتي : أولا : صغر حجم السوق مقارنة مع الحجم الأمثل للمصنع مما كان يحتم على هذه الدول الإنتظار للوقت المناسب. ثانيا : عدم توافر رؤوس الاموال في

الماضي بسبب انخفاض أسعار النفط وحاجة الدول النفطية لإيراداتها المحدودة.

ثالثا: يمكن القول بأن عدم توافر البنية التحتية الضرورية لقيام المشاريع الضخمة كان عاملا مهما في تأخير قيام هذه الصناعة في العديد من تلك الدول.

ولكن مع ارتفاع اسعار النفط ومشتقاته المختلفة تغيرت هذه الظروف لصالح الدول المنتجة للبترول. فقد ارتفعت أهمية التكاليف المتغيرة مقارنة مع الثابتة لتصبح النسبة ٧٠٪ بدلا من ٣٠٪ وذلك بعكس الحالة السابقة. ان هذا التغير في هيكل التكاليف جعل الدول المنتجة للنفط في وضع تنافسي قوي مقارنة مع الدول الصناعية المنتجة للبتر وكيماويات لامتلاكها مقادير هائلة من المدخلات للصناعة وبتكاليف ضئيلة. فالغاز الطبيعي الذي كان يحرق سابقا لعدم وجود فرص لاستغلاله أصبح من الممكن الاستفادة منه في انتاج البتر وكيماويات وخصوصا الاثيلين. بالاضافة الى الغاز الطبيعي فان سوائل الغاز الطبيعي سواء تلك المنتجة مع الغاز أو المصاحبة لعملية تكرير النفط تميزت بانخفاض اسعارها مقارنة مع النافثا المستخدمة في عدد كبير من الدول الصناعية وخصوصا الأوروبية مما أعطى الدول المنتجة للنفط ميزة اضافية في هذه الصناعة.

يبين جدول (٩ - ٧) اسعار المواد الاولية (اللقائم) في نخبة من الدول الغنية بالطاقة والدول الصناعية المستهلكة والمستوردة للطاقة. فمن الواضح ان هناك فرقا شاسعا بين تكاليف هذه المواد الأولية بين المجموعتين من الدول، فبالنسبة لغازي الميثان والايثان فان دول الخليج واندونيسيا تأتي في المقدمة من حيث رخص هذه اللقائم بالمقارنة مع اسعارها في الدول الصناعية الغربية. وفيما يتعلق بالنافثا فالملاحظ ان تكلفة هذا اللقيم مرتفعة جدا بالمقارنة مع الميثان والايثان. لا شك ان هذه الاختلافات في التكاليف تعطي الدول النفطية ميزة نسبية كبيرة في صناعة البتر وكيماويات بالمقارنة مع الدول الاخرى.

ولمقارنة اسعار البتر وكيماويات الأساسية المنتجة في المناطق الغنية بالموارد النفطية، نستعرض جدول (٩ - ٨) الذي يبين تلك الأسعار لسنة ١٩٨٣. يتضح من الجدول المذكور ان الدول النفطية تستطيع انتاج البتر وكيماويات الاساسية بتكاليف متدنية جدا مقارنة مع الدول الصناعية.

أما الـدوافـع الأخـرى التي شجعت الدول النفطية على دخول هذه الصناعة فتتمثل في :

١- محاولاتهـا المحـافظـة على مواردها النفطية وخصوصا الغاز الطبيعي الذي كان يحرق هدرا في الماضي .

٢- ضرورة تنويع مصادر الدخل لما يشكله الاعتماد الكلي على الايرادات النفطية كمصدر للدخل من مخاطر بسبب التقلبات في اسعار النفط .

٣- محاولـة بلوغ الحـد الأقصى للقيمـة المضـافـة من كل برميل نفط منتج بدلا من تصدير النفط الخام .

جدول (٩ - ٧) : اسعار المواد الأولية (اللقائم) في الدول الغنية بالطاقة والدول المستهلكة[١]

المنطقـة	السعـر (دولار / طن متــري)		
	الايثان	النافثا	الميثان
كنـــدا	٨٠ - ١٠٠	-	٥٠ - ٩٠
المكسيـك	٤٥ - ٦٥	-	٢٠ - ٣٠
دول الخليج	٢٠ - ٣٠	-	صفر - ٣٠
اندونيسيا	٢٠ - ٣٠	-	صفر - ٣٠
الولايات المتحدة	٢٠٥ - ٢٢٥	٢٧٥ - ٢٨٥	٢٠٥ - ٢٣٠
اوروبا الغربية	-	٣٢٠ - ٣٣٠	٢١٥ - ٢٣٠
اليابـــان	-	٣٤٠ - ٣٥٠	٣١٠ - ٣٢٠

المصدر : Joseph L. Bower, When Markets Quake, Harvard Business School Press, 1986, Page 121.

ملاحظة : (١) تعتمـد هذه البيـانـات على دراسـة أعـدت من جانب لجنة التجارة الدولية في الولايات المتحدة سنة ١٩٨٣ . انظر المصدر أعلاه للتفاصيل .

جدول (٩ - ٨): اسعار البتروكيماويات الأساسية في الدول الغنية بالطاقة والدول المستهلكة[١]

المنطقة	السعر (دولار / طن متري)		
	اثيلين	ميثانول	امونيا
كندا	٣٥٠ - ٢٥٠	١٥٠ - ١٠٠	١٨٠ - ١٣٠
المكسيك	٢٧٠ - ٢٣٠	١٤٠ - ١٠٠	١٦٥ - ١٢٥
دول الخليج	٣٤٠ - ٣٠٠	١٥٠ - ١٠٠	١٨٠ - ١٤٠
اندونيسيا	٣٩٥ - ٣٥٥	١٦٥ - ١٢٥	٢١٠ - ١٧٠
الولايات المتحدة	٥٨٠ - ٥٤٠	٣٧٥ - ٣٢٥	٣٦٠ - ٣١٥
اوروبا الغربية	٨٧٥ - ٨٣٥[٢]	٤٢٠ - ٣٨٠	٤٤٠ - ٤٠٠[٣]
اليابان	٨٦٥ - ٨٢٥[٢]	٣٩٥ - ٣٥٥	٤٧٠ - ٣٥٥[٣]

المصدر: Joseph L. Bower, When Markets Quake, Harvard Business School Press, 1986, Page 122.

ملاحظة : (١) تعتمد هذه البيانات على دراسة أعدت من جانب لجنة التجارة الدولية في الولايات المتحدة سنة ١٩٨٣ . انظر المصدر أعلاه للتفاصيل.

(٢) على اساس الانتاج باستخدام النافثا كلقيم.

(٣) على اساس الانتاج باستخدام الميثان أو النافثا كلقيم.

٤- نقل التكنولوجيا المتطورة لتسهم في عملية البناء لهذه الدول المتخلفة صناعيا.

٥- خلق فرص التوظيف للايدي العاملة الوطنية في المجالات المختلفة.

٦ - الاستمرار في إحلال الانتاج الصناعي المحلي مكان المنتجات المستوردة وذلك للتقليل من مشكلات ميزان المدفوعات وخصوصا لتلك التي تعاني عجزا دائما.

٧ - استثمار الفرص ذات العائد المرتفع وخصوصا في الدول النفطية التي تمتلك فوائض مالية موظفة في البنوك الاجنبية أو مستثمرة في سندات الحكومات الاجنبية والتي تتميز بانخفاض عوائدها وتدهور قيمتها بسبب التضخم المستمر في تلك

الـدول بالإضـافـة إلى إمكانية تعرض هذه الدول للضغوط السياسية بسبب وجود أموالها في الدول الغربية .

وتعتـبر المملكـة العـربية السعودية من أهم الدول النامية المنتجة للنفط وأكثرها اهتماما بالدخول في الصناعة البتروكيماوية . فقد دخلت المملكة الى هذه الصناعة بطاقة انتاجية كبيرة تقدر بحوالي ١٫٦ مليون طن متري سنويا خلال سنة ١٩٨٥ . أمـا الـدول النفطيـة وغـير النفطية الأخرى التي تخطط لدخول هذه الصناعة فهي كنـدا وسنغـافـورة وكـوريا الجنوبية وهونغ كونغ وتايوان والمكسيك وماليزيا والجزائر وانـدونيسيـا . ويبـين جدول (٩ - ٩) تطـور الطـاقـة الانتاجية للاثيلين في بعض الدول الداخلة حديثا في صناعة البتروكيماويات . من الواضح ان الطاقة الانتاجية في هذه الدول قد توسعت بمعدلات عالية خلال الفترة من ١٩٨١ الى ١٩٨٦ .

جدول (٩ - ٩) : تطـور الطـاقـة الانتـاجية للاثيلين في بعض الدول النامية وشبه الصناعية، ١٩٨١ و ١٩٨٦ .[١]

(مليون طن متري سنويا)

الدولـــة	١٩٨١		١٩٨٦	
	الكمية	(٪)	الكمية	(٪)
السعـــودية	-	-	١٫٦١١	٣٫٣
المكسيـك	٠٫٤٣٥	٠٫٩	٠٫٩٣٢	١٫٩
كنـــدا	١٫٧٩٣	٣٫٦	٢٫٢٤٢	٤٫٧
تايـوان	٠٫٦٩٠	١٫٤	٠٫٩٥٣	٢٫٠
كوريا الجنوبية	٠٫١٥٥	٠٫٣	٠٫٥٠٥	١٫٠
سنغافــورة	-	-	٠٫٣٠٠	٠٫٦
الجزائر	٠٫١٢٠	٠٫٢	٠٫٣٦٤	٠٫٨
اجمالي الدول غير الاشتراكية	٥٠٫٠٨	١٠٠٫٠	٤٨٫١٥	١٠٠٫٠

المصدر : Oil and Gas Journal, September 7, 1981 and September 1, 1986.

ملاحظة : (١) البيانات حسب يونيو ١٩٨٦ .

وتأتي المملكـة العـربيـة السعودية في مقدمة هذه الدول من حيث مقدار التوسع في طاقتها الانتاجية القائمة للاثيلين.

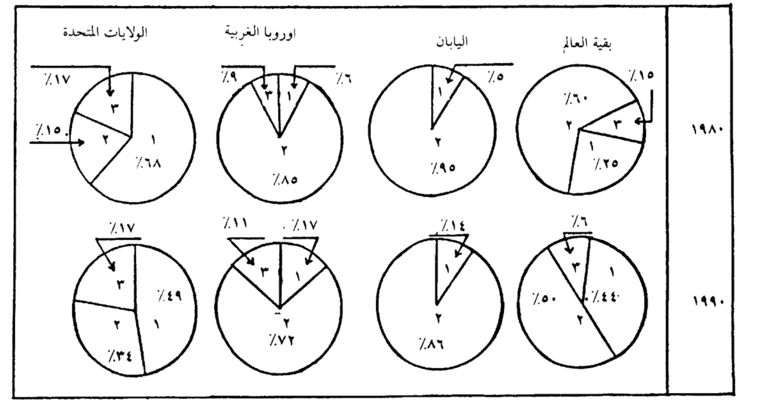
(هـ - ٢) : التغيرات في انماط المدخلات :

لم تكن الـدول المنتجـة للبـتر وكيـماويـات في الماضي تبـدي اهتـمامـا كبيرا في المدخلات (Feedstock) لقلة أهميتها في التكاليف الكلية للانتاج، فقد كان الاختيار بين المدخلات يتم على أساس توافرها. فعلى سبيل المثال كانت الولايات المتحدة تستخـدم سوائـل الغـاز الطبيعي والغـازات النـاتجـة من عمليـات التكرير لقيما في صنـاعـة البـتر وكيـماويات لتوافر هذه السوائل والغازات بمقادير كبيرة نظرا لتركيز مصـانـع التكـريـر على انتاج الغازولين مما يتطلب توظيف عمليات التكسير لرفع نسبة الغازولين مقارنة مع المنتجات الأخرى مما يؤدي الى انتاج كميات كبيرة من الغازات. كما ان سوائل الغاز الطبيعي كانت متوافرة بسبب معالجة الغاز الذي كان ينقـل بواسطـة الأنـابيب الى المستهلكـين ليستعمـل وقوداً في المنازل أو المصانع. أخـيرا، درجت بعض المصـانـع على استخدام زيت الغاز والنافثا وذلك لتوافرهما من خلال عمليات التكرير.

أمـا أوروبـا الغـربيـة فكـانت تعتمـد على النـافثـا بشكـل اساسي في صناعة البـتر وكيـماويـات. ويـرجـع السبب في ذلك الى توافر النافثا بتكاليف زهيدة نظرا لتـوافـر النفـط الخـام الـرخيص المستـورد من الشـرق الاوسـط. ويوضح الشكل (٩ - ١) نسبـة استخـدام كل صنف من اللقـائم في بعض دول ومنـاطق العالم في سنة ١٩٨٠.

أدى ارتفـاع اسعـار النفـط سنة ١٩٧٣ إلى ارتفاع أسعار اللقائم المستخدمة في انتـاج البـتر وكيـماويـات بشكل كبير. فقد ارتفعت اسعار النافثا بنسبة كبيرة جدا لكـونهـا مشـابهـة للغازولين وغالبا ما تستخدم في انتاجه. أما اسعار سوائل الغاز الطبيعي فإنها ارتفعت بمقدار أقل من الزيادة في أسعار النافثا. تسبب هذا التزايد في أسعار اللقائم في تغير هيكل التكاليف كما سبق أن أشرنا. ونتيجة لتغير هيكل

شكل (٩ - ١) : الاتجاهات المستقبلية لأصناف اللقائم في انتاج الاثيلين في مناطق العالم، ١٩٨٠ و١٩٩٠



المصدر : List, H.L., Petrochemical Technology, Prentice - Hall, 1986.

ملاحظة : ١ - سوائل الغاز الطبيعي .
٢ - النافثا .
٣ - زيت الغاز.

التكاليف أصبحت الدول المالكة للمواد الأولية وخصوصا الغاز الطبيعي في وضع تنافسي قوي بالمقارنة مع الدول التي تعتمد على النافثا وزيت الغاز، انظر جدول (٩ - ٧).

نظرا لوجود احتياطيات هائلة من الغاز الطبيعي في الدول النامية من ناحية واضطرار هذه ألدول لحرق كميات كبيرة من الغاز الطبيعي المصاحب لانتاج النفط فقد اصبح من المجدي لهذه الدول الدخول إلى صناعة البتر وكيماويات لتستفيد من وضعها التنافسي الجديد. وحيث ان الغاز الطبيعي يعطي نسبة عالية من الاثيلين عند استخدامه لقيما (انظر جدول ٩-١) فان من المتوقع أن يتوسع انتاج الإثيلين مستقبلا في الدول النامية ذات الاحتياطيات الكبيرة من الغاز، خصوصا وأن غاز الايثان يمكن تحويله مباشرة إلى الاثيلين في حين يمكن استغلال مكونات الغاز الطبيعي الاخرى كالبروبان والبيوتان أما كلقائم أيضا أو في الاستخدامات المختلفة، في حين يستخدم غاز الميثان مصدر وقود رخيص او لقيما لانتاج الامونيا والميثانول مما يعطي هذه المناطق موقعا تنافسيا قويا.

أما بالنسبة لانتاج البتر وكيماويات الاخرى وخصوصا الوسيطة والنهائية فان ميزة الدول النامية المنتجة للنفط تنخفض بشدة لما تتطلبه هذه المنتجات من تكنولوجيا متقدمة بالاضافة الى اعتمادها على المنتجات البتر وكيماوية المتوافرة عالميا.

ومن المتوقع عموما ان يستمر التحول من النافثا وزيت الغاز الى سوائل الغاز الطبيعي لانتاج البتر وكيماويات الاساسية وخصوصا الاثيلين والبر وبيلين والبيوتين والبيوتادين مع تركز هذه الزيادة في الدول النفطية مثل كندا والشرق الاوسط والمكسيك. ويبين الشكل (٩ - ١) الوضع المتوقع سنة ١٩٩٠ مقارنة مع الوضع سنة ١٩٨٠.

و - الوضع الراهن في صناعة البتروكيماويات

خلافا للوضع الذي كان سائدا في أسواق البتر وكيماويات خلال الفترة ما قبل سنة ١٩٧٣ والذي تميز بعدم ارتباط هذه الصناعة بالتطورات في السوق النفطية، فان الفترة التالية ابتداء من سنة ١٩٧٤ تميزت بالارتباط الوثيق بين اسواق الطاقة وخصوصا السوق النفطية وصناعة البتر وكيماويات. وقد كان ذلك نتاجا لارتفاع اسعار النفط وبالتالي مشتقاته المختلفة مما أدى الى تأثر اسعار المنتجات البتر وكيماوية بشكل مباشر. وتسبب هذا الارتفاع المفاجىء في اسعار المشتقات النفطية واسعار المنتجات البتر وكيماوية في تباطؤ الطلب على البتر وكيماويات مما تسبب في خلق فائض كبير في الطاقة الانتاجية خلال السبعينات. أما تأثير ارتفاع اسعار النفط سنة ١٩٧٩ فقد كان اكثر فاعلية في تخفيض الطلب على البتر وكيماويات بسبب قيام الدول الصناعية باتباع سياسات اقتصادية انكماشية أدت الى تباطؤ وتأخر النمو الاقتصادي على مستوى العالم.

ونتيجة للانخفاض في الطلب على البتر وكيماويات بالاضافة الى قيام العديد من الدول النفطية مثل كندا والمكسيك والدول الشرق اوسطية وماليزيا واندونيسيا بانشاء سعات انتاجية جديدة فان الصناعة بدأت تعاني خسائر جسيمة وانخفاضا كبيرا في نسبة التشغيل لتصل الى ٧٠ - ٨٠٪. وقد أدى هذا الوضع الى قيام عدد كبير من الشركات الاوروبية والامريكية واليابانية بالانسحاب من السوق في حين بدأت دول اخرى بادخال تعديلات اساسية في عملياتها الانتاجية لكي تستطيع التعامل مع انواع متعددة من اللقائم. وكان هدف هذه التعديلات زيادة مرونة عملية الانتاج لكي تستفيد من الاختلافات الموجودة في اسعار اللقائم وضمان الاستمرار في الانتاج عند تقلص الامدادات من بعض المدخلات الضرورية.

ومن المتــوقــع في المستقبــل المنظــور ان يستمــر هذا التحــول في مراكــز انتــاج البتر وكيماويات الاساسية مستقبلا ليزداد دور الدول النفطية الصناعية والنامية مع بقــاء انتــاج البــتر وكيماويات الوسيطة والنهائية في الدول الصناعية . كذلك فان من الطـبيعي أن يلازم هذا التحــول في مراكــز الانتــاج تحولا في أصنــاف اللقــائم المستخـدمـة ، حيث يتوسع دور الغاز الطبيعي في حين يقل استخدام النافثا وزيت الغاز. ولكن بسبب انخفاض أسعار النفط خلال الفترة من ١٩٨٥ / ١٩٨٦ فان المؤ شـرات تدل على تبـاطؤ هذه التحـولات نوعا ما نظرا لانخفاض الميزة النسبية التي كان الغاز الطبيعي يتمتع بها خلال الفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٥ .

جدول (٩ - ١٠) : الطلب والعرض للميثانول في العالم، ١٩٨٥ و ١٩٩٠ .[١]
(بليون جالون سنويا)

الدولــــة	١٩٨٥		١٩٩٠	
	الطلب	العرض	الطلب	العرض
الولايات المتحدة	١ر٣	١ر١	١ر٨	١ر٠
كنـــدا	٠ر١	٠ر٥	٠ر١	٠ر٥
اوروبا الغربية	١ر٣	١ر٠	١ر٨	٠ر٩
اليابـان	٠ر٤	٠ر١	٠ر٦	٠ر١
اخـــرى	١ر٥	٢ر٦	٢ر٠	٤ر٥
العالـــم	٤ر٦	٥ر٣	٦ر٣	٧ر٠
نسبة التشغيل	٨٧٪		٩٠٪	

المصدر: Oil and Gas Journal, September 1, 1986.

ونشير أخيرا إلى أن دور الميثانول آخذ بالتوسع لا سيما في الدول التي تمتلك احتياطيات هامة من الغاز الطبيعي كما سبق وان أوضحنا ذلك في الفصل السابق . ولا شك ان توافر تكنولوجيا تحويل الغاز الطبيعي الى ميثانول بطرق اقتصادية يتيح استغلال الكميات الهائلة من الغاز الطبيعي التي إما أن تهدر بالحرق أو التي لا تستغل حاليا بسبب عدم توافر الفرص الملائمة . ويمتاز الميثانول بسهولة نقله بواسطة الناقلات العادية دون الحاجة لمنشآت خاصة بالاضافة الى عدم وجود مخاطر مصاحبة للانتاج كما هي الحال مع نقل الغاز الطبيعي المسال، وأخيرا هناك امكانية تحويل الميثانول الى اثيلين لاستخدامه في الصناعات البتر وكيماوية أو استخدامه مباشرة اما وقودا أو لقيما . ان هذه المميزات تجعل من المؤكد استمرار نمو الطاقة الانتاجية للميثانول . ويوضح جدول (٩ - ١٠) الوضع الراهن (سنة ١٩٨٥) والوضع المرتقب سنة ١٩٩٠ للطلب والعرض للميثانول . هذا مع العلم بأن الطاقة الانتاجية تتركز حاليا في الدول الصناعية الغربية ولكن من المتوقع ان تقوم الدول خارج هذه المجموعة بانشاء معظم السعات الانتاجية في المستقبل . ويتوقع كذلك ان ينمو الطلب على الميثانول بشكل مستمر خلال الفترة من ١٩٨٥ الى ١٩٩٠ مما يزيد من نسبة التشغيل الى ٩٠٪ بالمقارنة مع ٨٧٪ سنة ١٩٨٥ .

* * * * * * * * * *

مراجع الفصل التاسع

- Fereidun Fesharaki and David T. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.

- Joseph L. Bower, When Markets Quake, Harvard Business School Press, U.S.A., 1986.

- G.D. Hobson, Editor, Modern Petroleum Technology, 5th Edition, Part Two, John Wiley & Sons, U.S.A., 1984.

- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.

- Harvey L. List, Petrochemicals Technology: An Overview for Decision Makers in the International Petrochemicals Industry, Prentice - Hall, Inc., U.S.A., 1986.

- Richard A. Corbett, «Ethylene Report, Oil and Gas Journal, September I, 1986.

- Oil and Gas Journal, September 7, 1981.

- Oil and Gas Journal, September 1, 1986.

مصطفى احمد برهام، تصنيع البتروكيماويات والتعريف بمنتجاتها، في دراسات مختارة من الصناعة النفطية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، ١٩٧٩.

الفصل العاشر
مصادر الطاقة وتلوث البيئة

(Energy Sources and Environmental Pollution)

أ - الطاقة والتلوث.

ب - أنواع التلوث:

(ب - ١) التلوث الهوائي.

(ب - ٢) التلوث المائي.

(ب - ٣) التلوث الأرضي.

ج - مصادر الطاقة والتلوث:

(ج - ١) الغاز الطبيعي.

(ج - ٢) النفط الخام ومشتقاته.

(ج - ٣) الفحم.

(ج - ٤) الطاقة الكهرومائية.

(ج - ٥) الطاقة النووية.

(ج - ٦) المصادر غير العادية.

د - اقتصاديات السيطرة على التلوث:

(د - ١) التوازن في السوق ومقدار التلوث الأمثل.

(د - ٢) سياسات الحد من التلوث.

- ملحق (أ)
- ملحق (ب)
- المراجع.

أ - الطاقة والتلوث

ان انتاج واستخدام الطاقة من مصادرها المختلفة يتسبب في حدوث العديد من انـواع التلوث البيئي . ويقصـد بالتلوث البيئي التأثـيرات السلبيـة على مكـونات البيئـة كالهـواء والمـاء والأرض مما يؤدي الى اختـلال التوازن الدقيق السائد فيها. وعمـومـا، يشكـل التلوث بأصنافه المختلفة خطرا على الانسان من خلال تأثيراته الصحية المباشرة وغير المباشرة الناتجة من تلوث مصادر الغذاء والماء.

ونظرا لارتباط التلوث البيئي بالانتاج (انتاج السلع والخدمات) بشكل وثيق من خلال العـلاقـة الطـرديـة المـوجـودة بين معدل النمو الاقتصادي ومقدار الزيادة في استهلاك الطاقة الاولية، فان الحديث عن التلوث وكيفية الحد منه يدخل في صلب علم الاقتصـاد. وتؤكـد هذه العلاقة الطردية ضرورة الأخذ في الاعتبار التأثيرات الاقتصـاديـة المحتملة عنـد الحـديث عن السيطـرة على مقـدار التلوث البيئي. فالحـديث عن تقليـل التلوث يعني بالضـرورة ابطاء النمو الاقتصادي خصوصا في المـدى القصـير، وكـما نعلم ان ذلـك يتعـارض مع الأهـداف الاقتصـادية لمعظم المجتمعات التي تصبو الى رفع مستوى المعيشة لسكانها. ولكن التعارض بين هدفي زيادة معدل النمو الاقتصادي والحد من التلوث يصبح أقل حدة في المدى الطويل.

وسنتطـرق في الأجـزاء التـالية الى انواع التلوث البيئي، ثم ننتقل الى الحديث عن امكـانـات التلوث من مصـادر الطـاقـة الحـالية والمستقبلية. وأخيرا، نتعرض لاقتصاديات السيطرة على التلوث والصعوبات التي تواجه المسؤولين عند ضرورة اتخاذ القرارات بشأن الحد من التلوث.

ب - أنواع التلوث

ذكـرنـا سابقـا أن التلوث يصيب المـاء والهـواء والأرض ولكن بسبب استخدام الإنسـان للهـواء مبـاشـرة فإن هناك تركيزا على التلوث الهوائي. ولكن لا شك ان التلوث الأرضي والمائي مهم أيضا لاعتماد الانسان على هذين المصدرين في مأكله ومشـربـه. ذلـك، بالإضـافـة إلى ارتبـاط مكونات البيئة المختلفة بعضها ببعض بشكل وثيق حيث يؤدي اختلال أحدها الى اختلال المكونات الأخرى.

(ب - ١) التلوث الهوائي (Air Pollution) :

المقصـود بالتلوث الهـوائي هو ارتفـاع مقـادير المواد الكيماوية والشوائب المختلفة المـوجـودة في الغـلاف الجـوي مما يتسبب في تأثيرات سلبية على الانسان والاحياء الأخـرى. وتعتـبر النشـاطات المتعلقة بانتاج واستخدام الطاقة مصدرا رئيسيا لهذا الصنف من التلوث. فانتاج الكهرباء بواسطة حرق الفحم أو من خلال استغلال الطاقة النووية وكذلك مكائن الاحتراق الداخلي المستخدمة في وسائل المواصلات المختلفـة يتسبب في انطـلاق عدد كبير من الغازات والاجسام الدقيقة الى الهواء. وتبقى هذه المـركبـات في الهـواء لمدة معينـة تتعرض فيها لبعض التغيرات الكيماوية ومن ثم تنـزل إلى الأرض أو المـاء من خلال الـترسب الطبيعي أو بواسطة الأمطار والثلوج. غير أن قدرة الغـلاف الجـوي على استيعاب الملوثات كبيرة جدا بسبب حجمه الهائل بالاضافة الى الحركة الدائمة فيه إلا أن هذه الطاقة الاستيعابية قد لا تكـون كافيـة في بعض المنـاطق التي يتركـز فيها التلوث مما يتسبب في وجود مشكلة التلوث الهوائي.

ويمكن القـول إن هنـاك خمسـة أنـواع أسـاسيـة من الملوثـات هي أول اكسيد الكـربـون والمـركبـات الهيـدروكـربـونيـة وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والأجسـام الـدقيقـة مثـل الغبـار والسنـاج. أمـا بالنسبة للمقادير المنبعثة من هذه الملوثـات سنـويا فإن الاحصائيات غير متوافرة بالنسبة للعالم ولكنها موجودة لبعض الدول الغربية.

ولاعطـاء فكـرة عن المقـاديـر المنبعثـة من هذه الملوثـات في الولايات المتحدة في الفـترة ١٩٤٠ - ١٩٧٢ يمكننـا النظـر الى جدول (١٠ - ١) الـذي يوضح هذه الكميـات بمـلايـين الاطنـان في السنة. فمن الملاحظ ان مقدار التلوث الناتج من تسـرب الاجسـام الـدقيقة في الهواء قد انخفض نوعا ما، ويمكن ارجاع ذلك الى التحول من الفحم والخشب كمصادر طاقة مهمة الى النفط والغاز الطبيعي. ذلك لأن الاجسـام الـدقيقـة مكـونـة من الغبـار والسنـاج النـاتجـين من حرق الفحم والخشب. أمـا مقـادير الملوثات الأخرى فقد ازدادت كلها، ويمكن تفسير الزيادة في اكـاسيـد الكـبريت بأنهـا ناتجة من ازدياد استهلاك الطاقة بشكل عام حيث ان

جدول (١٠ - ١): مقادير الملوثات المنبعثة في الهواء للولايات المتحدة، ١٩٤٠ - ١٩٧٢.

(ملايين الأطنان)

السنة	اكاسيد الكبريت	الأجسام الدقيقة	اول اكسيد الكربون	الهيدروكربونات	اكاسيد النيتروجين
١٩٤٠	٢١٫٥	٢٧٫١	٨٥٫٤	١٩٫١	٧٫٩
١٩٥٠	٢٣٫٨	٢٥٫٩	١٠٣٫٠	٢٥٫٦	١٠٫٤
١٩٦٠	٢٣٫٣	٢٥٫٣	١٢٧٫٤	٣١٫٦	١٤٫٠
١٩٦٨	٣١٫٣	٢٦٫٦	١٥٠٫٠	٣٥٫٢	٢١٫٣
١٩٧٠	٣٣٫٩	٢٥٫٦	١٤٧٫٠	٣٤٫٧	٢٢٫٧
١٩٧٢	٣٣٫٤	٢٥٫٢	١٥١٫٤	٣٧٫٤	٢٣٫٨

المصدر : James Griffin and Henry Steele, « Energy Economics and Policy », Page 170, Table (5 - 1), Academic Press, 1980 .

مكونات الكبريت موجودة في المصادر الصلبة والسائلة. أما الزيادة في كميات اول اكسيد الكربون فيمكن ارجاعها الى زيادة استخدام وسائل المواصلات كالسيارات، حيث ان مكائن الاحتراق الداخلي تطلق هذا الغاز نتيجة لعدم احتراق المواد الهيدروكربونية بشكل تام. وفيما يتعلق بالهيدروكربونات فان الزيادة الكبيرة في كمياتها تأتي مباشرة من الزيادة في استخدام النفط والغاز في تلك الفترة. وأخيرا هناك اكاسيد النيتروجين وهي تنطلق من مكائن الاحتراق الداخلي المصممة لحرق المواد الهيدروكربونية عند درجات حرارة وضغط عاليين. هذا مع العلم ان الهدف من تطوير هذه المكائن كان التخلص من التلوث الناتج من حرق المواد الهيدروكربونية تحت ضغط وحرارة منخفضين مما كان يؤدي الى انطلاق أول اكسيد الكربون والهيدروكربونات بسبب عدم الاحتراق الكامل.

وفيما يتعلق بالتوزيع القطاعي لمصادر التلوث المختلفة ونسبة اسهام كل قطاع في الكمية الكلية من الملوثات فان الاحصائيات الموجودة حاليا مصدرها في الغالب الدول الغربية. وتوضيحا للقطاعات واسهاماتها في التلوث نقدم جدول (١٠ - ٢) الذي يبين مقادير أهم الملوثات وتقسيمها حسب القطاع في الولايات المتحدة لسنة ١٩٧٢.

من الواضح ان قطاع المواصلات يعتبر من القطاعات الرئيسية المسببة للتلوث الهوائي، فهذا القطاع مسئول عن حوالي ٧٤٪ من التلوث الناشيء من انطلاق اول اكسيد الكربون و٥٣٪ من الهيدروكربونات و٤٧٫١٪ من اكاسيد النيتروجين. أما قطاع حرق الوقود الثابت والمقصود هنا قطاع انتاج الكهرباء فهو مسئول عن ٢٦٫٥٪ من التلوث الناتج من الاجسام الدقيقة بالاضافة الى ٧٣٪ من اكاسيد الكبريت و٤٢٪ من اكاسيد النيتروجين. ويعود ذلك اساسا الى حرق الفحم وزيت الوقود ذي المحتوى الكبريتي العالي. أما قطاع الصناعة فنلاحظ انه يسهم بما نسبته ٥١٪ من التلوث الناتج من الاجسام الدقيقة و٢٢٫٥٪ من اكاسيد الكبريت وحوالي ١٤٫٧٪ من الهيدروكربونات. ويعود ذلك لاستخدام قطاع الصناعة للفحم وزيت الوقود كمصدرين للطاقة بالاضافة الى عمليات فصل الكبريت عن النفط والغاز في معامل التكرير. والملاحظ من الجدول (١٠ - ٢) ان استخدامات الطاقة المختلفة تعتبر المصدر الاساسي للتلوث الهوائي حيث انها شبه مسؤولة بشكل كلي عن التلوث الناتج من أكاسيد الكبريت (٩٩٫٦٪) واكاسيد النيتروجين (٩٠٫١٪) بالاضافة الى اسهاماتها الكبيرة في التلوث من اول اكسيد الكربون (٨٠٪) والهيدروكربونات (٧١٫٧٪) وبنسبة اقل في الاجسام الدقيقة (٦٢٫٩٪).

وتجدر الاشارة الى ان هناك ملوثات غازية اخرى اهمها غاز ثاني اكسيد الكربون واكسيد الرصاص، حيث ينتج الأول من حرق جميع اصناف الوقود بينما ينتج الثاني من حرق الغازولين المحتوي على الرصاص. ويرجع السبب في وجود الرصاص في الغازولين الى أهميته في رفع رقم الاوكتان مما يحسن من خواص احتراقه.

جدول (١٠ - ٢) : مقادير أهم الملوثات وتقسيمها حسب المصدر في الولايات المتحدة، ١٩٧٢.
(ملايين الأطنان)

المركب	اول اكسيد الكربون	الأجسام الدقيقة	اكاسيد الكبريت	الهيدرو كربونات	اكاسيد النيتروجين
المقدار الكلي	١٥١٫٤	٢٥٫٢	٣٣٫٤	٣٧٫٤	٢٣٫٨
نسبة كل مصدر(٪)					
١) قطاع المواصلات	٧٣٫٧	٢٫٣	٣٫٣	٥٣٫٠	٤٧٫١
٢) حرق الوقود الثابت	١٫٢	٢٦٫٥	٧٣٫٠	٢٫٤	٤٢٫٠
٣) قطاع الصناعة	٧٫٩	٥١٫٠	٢٢٫٥	١٤٫٧	٠٫٨
٤) نفايات صلبة	٥٫٢	٥٫٣	٠٫٦	٥٫٣	١٫٧
٥) اخرى	١٢٫٠	١٤٫٩	٠٫٦	٢٤٫٦	٨٫٤
جميع استعمالات الطاقة	٨٠٫٠٪	٦٢٫٩٪	٩٩٫٦٪	٧١٫٧٪	٩٠٫١٪

المصدر : James Griffin and Henry Steele, « Energy Economics and Policy », Page 171, Table (5 - 2), Academic Press, 1980.

وأخيرا، هناك الغازات المشعة التي تنتج من عمليات انتاج الكهرباء بواسطة المفاعلات النووية. وعادة ما تتسرب هذه الغازات الى الغلاف الجوي مع بخار الماء المنطلق من المراحل المختلفة.

أما بالنسبة لمخاطر هذه الملوثات المختلفة فان خطورة المركبات الهيدروكربونية واكاسيد النيتروجين تأتي من تفاعلها بوجود ضوء الشمس مكونة مادة الأوزون ومواد كيماوية اخرى. ونظرا لأن هذه المركبات الكيماوية سامة وذات رائحة كريهة فانها تشكل خطورة كبيرة على الاحياء بشكل عام. ويعتقد العلماء ايضا ان مادة

الاوزون تشكل خطرا على الكرة الارضية من خلال تأثيرها على الغلاف الجوي واضعاف قدرته على امتصاص الاشعاعات الكونية المتسربة الى الارض.

وبالنسبة لاكسيد الكبريت واكسيد النيتروجين فانهما يتسببان في ظاهرة الامطار الحمضية التي تنتج من تفاعل هذين الغازين مع بخار الماء في الغلاف الجوي مكونين حامض الكبريتيك وحامض النيتريك اللذين يترسبان مع الامطار. وتتسبب حموضة الامطار في قتل النباتات والاسماك بالاضافة الى تآكل المنشآت المعدنية وتلوث الاراضي الزراعية ومصادر المياه.

أما تراكم غاز ثاني اكسيد الكربون في الغلاف الجوي فيتسبب في ارتفاع درجة حرارة الارض من خلال ما يسمى بظاهرة البيت الأخضر. ويعود ذلك الى ان غاز ثاني اكسيد الكربون يمتاز بخواص كيماوية تجعله يمنع تسرب الحرارة من الأرض ويؤدي بالتالي الى الارتفاع التدريجي في درجات الحرارة على الكرة الارضية. وتكمن خطورة هذه الظاهرة الى احتمال حدوث اختلالات مناخية خطيرة في المستقبل بسبب الارتفاع المستمر في درجات الحرارة.

وفيما يتعلق بالأجسام الدقيقة واكسيد الرصاص فان تأثيراتها الصحية خطيرة جدا. ويعتقد الكثير من العلماء ان الاجسام الدقيقة تتسبب في أمراض مختلفة أهمها السرطان. في حين يؤدي تزايد غاز اكسيد الرصاص الى اضعاف النمو الجسماني والعقلي عند الاطفال واحتمال الاصابة بالأمراض المختلفة.

وأخيرا، نذكر التلوث الاشعاعي الذي يعتبر عاملا مهما في حدوث العديد من الامراض كالسرطان والتشوه الخلقي لأطفال النساء الحوامل اللاتي يتعرضن لهذه الاشعاعات. ويحدث ذلك من خلال التأثيرات السلبية على الجينات أو التأثير المباشر على نمو الجنين.

تعاني معظم الدول الصناعية في الوقت الحاضر من مشكلة التلوث الهوائي وخصوصا في المدن الكبيرة مثل لندن ولوس انجلوس ونيويورك وطوكيو ومدن اخرى عديدة. أما مشكلة الأمطار الحمضية فهي ايضا منتشرة في العديد من الدول الصناعية وخصوصا السويد والنرويج وكندا والمناطق الشمالية الشرقية من الولايات المتحدة حيث تسببت هذه الأمطار الحمضية في تلويث آلاف البحيرات

مما أدى الى قتل الأحياء السمكية الموجودة فيها. هذا بالاضافة الى ما تسببه هذه الأمطار من خسائر مادية سنويا على شكل تآكل الهياكل الصناعية والسيارات وقتل الأشجار في الغابات الصنوبرية المحيطة بتلك المناطق.

(ب - ٢) التلوث المائي (Water Pollution) :

يمكننا تقسيم التلوث المائي الى ثلاثة أقسام رئيسية هي : تلوث الأنهار ومجاري المياه وتلوث المياه الجوفية وأخيرا تلوث البحار والمحيطات. أما الملوثات الاساسية فهي السوائل والمواد الصلبة العالقة والمواد الصلبة الكبيرة وأخيرا الطاقة الحرارية والاشعاع. ويمكننا ارجاع هذه الملوثات الى مصادر مختلفة :

أولا : الزراعة لانتشار استخدام المواد الكيماوية كتلك المضادة للحشرات والأعشاب الضارة والأسمدة بأنواعها.

ثانيا : الصناعة لما تنتجه من كميات كبيرة من المواد الصلبة والسوائل الكيماوية بالاضافة الى الحرارة والاشعاع.

ثالثا : التعدين وينتج منه الاطيان والاحماض وبقايا المعادن.

رابعا : انتاج الكهرباء وما تطلقه من غازات مختلفة وحرارة ونفايات مشعة.

خامسا : وسائل النقل البحري التي تتخلص من بقايا الوقود في البحار والمحيطات بالاضافة الى النفايات الاخرى الصلبة.

سادسا : النفايات البلدية كالمجاري والمواد المنظفة والزبالة والاطيان.

سابعا : ترسب الاحماض من الغلاف الجوي بواسطة الامطار والثلوج أو بشكل طبيعي بفعل الجاذبية.

وتجدر الاشارة هنا الى ان النفايات الناتجة من مختلف النشاطات الاقتصادية تتكون من صنفين أحدهما قابل للتحلل والآخر غير قابل للتحلل. ويعتبر الصنف الثاني السبب الأساسي في مشكلة التلوث.

ومن المعروف ان طاقة الأنهار في استيعاب الملوثات محدودة بشكل عام ولا سيما ان النفايات القابلة للتحلل تعتمد على مقدار الاكسجين المذاب في الماء ووجود الأحياء الدقيقة التي تساعد على تحلل المواد. لذلك فان الابقاء على قدرة المياه في

امتصاص النفايات القابلة للتحلل تعتمد اعتمادا مباشرا على مقدار الملوثات الاخرى الموجودة فيها كالتي تؤدي الى قتل الأحياء الدقيقة كالمواد الحمضية أو الكيماوية السامة بالاضافة الى تأثير الحرارة على كميات الاكسجين المذاب في الماء. فارتفاع درجة حرارة الماء يؤدي الى تقليل كميات الاكسجين الموجودة فيه مما يقلل من عمليات التحلل بالاضافة الى قتل الأسماك والعضويات الاخرى.
ويجب الاشارة هنا أن محطات انتاج الكهرباء الموجودة بالقرب من الأنهار تعتبر من اكبر مصادر التلوث المائي، ذلك لأنها تلقي كميات كبيرة من النفايات الساخنة وفي بعض الاحيان المشعة في الماء. أما تأثيرات تسرب النفط الخام في البحار نتيجة لحوادث الناقلات والتسرب من آبار النفط البحرية وأخيرا بسبب القاء البقايا النفطية في الماء بعد تفريغ السفن لحمولتها من النفط وملئها بالمياه، كل هذه تعتبر قليلة الخطورة لأن النفط قابل للتحلل البيولوجي، ولكن تأتي الخطورة عندما يكون التسرب كبيرا أو قريبا من الشاطىء حيث تتواجد المنشآت الحيوية.

وفيما يتعلق بتلوث مصادر المياه الجوفية فانه يمكن القول بأن السبب الأساسي هو استخدام مناطق شاسعة من الأراضي لدفن النفايات الصناعية السامة، حيث يتسبب تسرب هذه المواد الى جوف الارض في تلوث المياه الجوفية التي يعتمد عليها الأفراد في عدد كبير من الدول. ونظرا لعدم تحرك المياه الجوفية فان هذه الكيماويات تبقى مصدرا دائما لتلويث هذه المياه.

(ب - ٣) التلوث الأرضي (Land Pollution) :

يقصد بالتلوث الأرضي التشويه المستمر الذي يصيب مساحات شاسعة من الاراضي اما بسبب استغلالها مراكز لدفن النفايات والزبالة اولانتاج الموارد الطبيعية التي تحويها. وتشكل النفايات الصلبة والسائلة أهم مصادر التلوث الارضي ويرجع السبب في ذلك الى ان النفايات وخاصة الصلبة منها تشكل معضلة صعبة عند ضرورة التخلص منها. لذلك يستلزم استخدام مساحات شاسعة من الأراضي المناسبة لدفنها، خصوصا وان النفايات الصلبة المتخلفة من

عمليات الانتاج المختلفة ضخمة جدا سنويا. وتأتي هذه النفايات من عدة مصادر كالقطاع الزراعي والتجاري والصناعي والمنزلي بالاضافة الى انشطة التعدين وانتاج الكهرباء.

وتجدر الاشارة الى ان مشكلة النفايات المرافقة لقطاع الطاقة تأتي في معظمها من انتاج الكهرباء بواسطة المفاعلات النووية. فالنفايات الصلبة والسائلة الناتجة من هذا النشاط خطيرة جدا لما تحويه من معادن مشعة. أما النفايات السائلة الاخرى فيكون عادة مصدرها مصانع التكرير والكيماويات وهي بشكل عام مركبات كيماوية سامة. وترجع خطورة هذه المركبات الى امكانية تسربها الى الطبقات الارضية مما يؤدي الى تلوث مصادر المياه الجوفية كما ذكرنا آنفا.

يعتبر انتاج الفحم بطريقة التعدين السطحي من اهم اسباب التلوث الارضي الناتج من تشويه الطبيعة. ويحدث ذلك بسبب ضرورة حفر مساحات شاسعة من الاراضي لاستخراج ما تحويه من الفحم. ونظرا لاتساع المناطق الحاوية للفحم فان هذا النشاط التعديني يؤدي الى الاخلال بالتوازن الطبيعي السائد في تلك المناطق.

ج - مصادر الطاقة والتلوث

في هذا الجزء سوف نتطرق الى الحديث عن مصادر الطاقة الحالية وعلاقة كل منها بالتلوث ثم ننتقل الى المصادر غير العادية لنتحدث عن بعض المشكلات التي قد تنتج من التوسع في استخدامها مستقبلا.

(ج - ١) الغاز الطبيعي :

يعد الغاز الطبيعي من أفضل انواع الوقود المستخدم حاليا بسبب ما يتمتع به من صفات تجعل امكانية التلوث من استخدامه ضئيلة جدا. وتتمثل هذه الصفات في :

أولا : احتراقه التام مما يؤدي الى انتاج الماء وثاني اكسيد الكربون بدلا من غاز اول اكسيد الكربون السام.

ثانيا : احتوائه على كميات صغيرة جدا من الشوائب والتي يمكن فصلها بكلفة منخفضة جدا .

ثالثا : ان كميات اكاسيد الكبريت الناتجة منه ضئيلة جدا مقارنة بالمصادر الاخرى للوقود الاحفوري . هذا بالاضافة الى انه في حالة حرق الغاز الطبيعي تحت درجات حرارة عالية جدا لانتاج الكهرباء فان كميات من اكاسيد النيتروجين قد تنتج ولكن في المقابل فان التلوث الحراري يكون متدنيا نتيجة لكفاءة الاحتراق العالية .

(ج - ٢) النفط الخام ومشتقاته :

عموما لا يستخدم النفط الخام مباشرة الا في حالات قليلة جدا ولكن الاستخدام الواسع هو للمشتقات النفطية المختلفة . ويمكن القول بأن الغازولين وزيت الوقود يعتبران المصدرين الأساسيين للتلوث .

أما بخصوص زيت الوقود فانه يستخدم في انتاج الكهرباء وتغطية حاجات الصناعات من الوقود . وحيث ان فصل الكبريت عالي الكلفة فانه احيانا يحرق مباشرة مما يؤدي الى انبعاث كميات كبيرة من اكاسيد الكبريت الى الغلاف الجوي . لذلك فان الاتجاه الحديث هو نحو حرق منتجات النفط ذي المحتوى الكبريتي المنخفض خصوصا بعد تنامي القيود على المصانع ومحطات انتاج الكهرباء للتقليل من الكميات المنبعثة من اكاسيد الكبريت . أما الغازولين المستعمل في مكائن الاحتراق الداخلي فانه يعتبر سببا في انبعاث عدد من الملوثات الخطرة وهي الغازات المختلفة كأول اكسيد الكربون واكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات واكاسيد الرصاص . وحديثا بدأت نسبة الغازات المختلفة تتناقص بسبب اتجاه بعض الدول الى فرض القيود المختلفة على السيارات لزيادة كفاءتها . ولكن تطوير المكائن أدى الى ظهور نوع آخر من التلوث وهو غاز اكسيد النيتروجين . أما كميات الرصاص المنبعثة الى الهواء فقد قلت ايضا بسبب الاتجاه نحو الغازولين الخالي من الرصاص بعد ان تم تطوير طرق حديثة لرفع رقم الاوكتان للغازولين دون الحاجة لاضافة الرصاص اليه .

(ج - ٣) الفحـم :

ان مشكـلات التلوث المـرتبطـة بالفحم عديدة جدا وذات أبعاد مختلفة، حيث ان هذه المشكـلات تبـدأ مع عمليـة انتـاج الفحم بسبب ما تؤدي اليـه من اضرار في البيئـة من حيث تشـويـه المناطق وتطاير الأجسام الدقيقة في الهواء وتسرب الملوثات الى الميـاه الجـوفيـة وما تسببه من أمراض ومخاطر للعاملين في هذه الصناعة (مرض الـرئـة الـسـوداء وانهيار المناجم). وتستمر مشكلات التلوث الناتجة من الفحم عند حرقـه حيث ينتـج من حرقـه أكـاسيـد الكـبريت واول اكسيـد الكـربـون والهيـدروكـربـونـات بالاضـافـة الى الأجسام الدقيقة (كالسناج والغبار) والصلبة كالنفايات المتبقية من عملية الحرق. لذا يمكننا القول ان الفحم من مصادر الطاقة التي تسبب مقـدارا كبـيرا من التلوث مقـارنـة بالمصـادر الأخـرى. ولتقليـل هذه المشكـلات بدأت بعض الـدول بتطبيق قوانين تفرض على مستخدمي الفحم اما ازالة الكبريت من الفحم قبل حرقه أو استخدام الفحم ذي المحتوى الكبريتي المنخفض.

(ج - ٤) الطاقـة الكهرومائيـة :

ان التلوث النـاتـج من الطـاقـة الكهـرومـائيـة ينحصـر في التأثير على الأحياء المـوجـودة في الأنهـار بسبب بناء السدود أما التلوث الهوائي فهو غير موجود اطلاقا وكذلك التلوث الحراري فهو ضئيل جدا. أما الناحية الجمالية فيمكن اعتبارها نوعا من التلوث البيئي بسبب ما قد يؤدي اليه بناء السدود من تشويه لمناظر الوديان الخلابة.

(ج - ٥) الطاقـة النوويـة :

تعتبر الطاقة النووية من المصادر الرئيسية للتلوث الاشعاعي في البيئة وذلك لأن التلوث النـاتـج يأخذ اشكالا عديدة ويؤدي الى مخاطر كبيرة على الانسان والبيئة المحيطـة به. فالتلوث الاشعـاعى ينتج من عمليـات استغلال الطاقة النووية من

خلال انشطار نواة المواد الثقيلة لانتاج طاقة حرارية . ولكن بسبب عدم كفاءة الانشطار فان بقايا النواة المنشطرة تتجمع لتكون موادّ أخف وزنا ولكنها غير مستقرة ذريا وبالتالي تتميز بكونها مشعة . ان المعادن المشعة هي تلك المواد غير المستقرة في صفاتها الذرية بسبب احتوائها على فائض من الوزن أو الطاقة أو الشحنات الكهربائية . لذلك فانه عادة ما تنبثق عن هذه المعادن ثلاثة انواع من الاشعاعات الضارة والتي تلوث الطبيعة . وهذه الاشعاعات هي :

١- **اشعاعات الفا (Alpha Rays) :** تتكون من نواة ذرات الهليوم وتتميز ببطئها وعدم قدرتها على اختراق المواد .

٢- **اشعاعات بيتا (Beta Rays) :** تتكون من الالكترونات، ذات السرعة العالية جدا ولها قدرة متوسطة على الاختراق .

٣- **اشعاعات جاما (Gamma Rays) :** هي طاقة كهرومغناطيسية مشابهة لأشعة اكس ولكنها اكثر قدرة على الاختراق، حيث تخترق معظم المواد ما عدا الرصاص الذي يشكل حاجزا لها .

والمواد المشعة (Radioactive Materials) عادة ما تصل الى حالة الاستقرار بعد ان تتخلص من فائض الطاقة أو الوزن الذي تحويه وتكون فترة الزمن للوصول الى حالة الاستقرار (أي تحول المعدن الى مادة غير مشعة) غير ثابتة وتعتمد على سرعة الاشعاع . فكلما كان الاشعاع اسرع قصرت الفترة الضرورية للوصول الى الاستقرار والعكس صحيح حيث ان الفترة الضرورية لاستقرارها تكون طويلة عندما يكون الاشعاع بطيئا جدا .

ويمكننا تصنيف المعادن المشعة حسب طول الفترة الزمنية الضرورية لوصولها الى حالة الاستقرار من خلال استخدام مقياس نصف العمر (Half - Life) . والمقصود بنصف العمر للمادة المشعة هو الفترة الزمنية التي تقل خلالها اشعاعية المادة الى النصف . لهذا يمكن القول بأنه كلما قصر نصف العمر كان مقدار الاشعاع اكبر واصبحت المادة غير مشعة في فترة قصيرة . ومن الواضح بأن المواد التي تتميز بنصف عمر قصير جدا لا تسبب مشكلات كثيرة حيث انه يمكن خزنها لفترة قصيرة تصبح بعدها غير مشعة ولا تسبب ضررا . وكذلك بالنسبة لتلك المواد

التي تتميـز بنصف عمـر طويل جدا فانها لا تعتبر خطرة ويمكن التعامل معها دون مخاطر بسبب انخفاض معدل الاشعاع الناتج منها. ولكن تكمن الخطورة في المواد المشعـة ذات نصف العمـر المتـوسـط، حيث ان هذه المـواد تكون اشعاعاتها كثيرة نسبيـا وتتطلب فترة زمنيـة طويلة للوصـول الى حالـة الاستقـرار. لذا فان مشكلة التلوث بالاشعـاع هي مشكلة المـواد المشعة ذات نصف العمر المتوسط (أي ما بين عشـر سنـوات الى مئـة سنة) بسبب ما تتطلبه من حذر في التعامل معها وطول مدة الخـزن الـلازمة. أما الخطورة من هذه الاشعاعات فتتلخص في قدرتها على النفاذ الى اجسام الأحياء وتمزيقها للخلايا مما يؤدي الى احداث خلل فيها قد يتسبب في حدوث الأمـراض كالسـرطـان، كما قد يحدث خلل في الجينـات بسبب هذه الاشعاعات والتي قد تؤدي الى تأثيرات كبيرة في الأجيال القادمة.

أما طبيعة التلوث الاشعاعي الناتج من الطاقة النووية فانه يأخذ جميع الأشكال (صلبة، سائلة، وغازية). فالتلوث السائل ينتج من القاء الماء الذي يحوي كميات صغـيرة من المعـادن المشعـة في الأنهار، وعادة ما يتم ذلك بعد تخزين الماء لفترة ثم يصفى عدة مرات للتخلص من اكـبر قدر ممكن من المـواد المشعة الموجودة فيه. أما الملوثـات الغـازيـة فانهـا تنتـج من احتواء الأبخرة لبعض المواد الناتجة من عمليات الانشطـار وتنطلق الغـازات عادة من أعمـدة الـدخـان حيث تختلط في الغـلاف الجوي، ولكن لا يتم ذلك الا بعد تخزين الغازات لفترة ومن ثم تمريرها في مصاف (فلترات) مخصصـة لجمـع المـواد المشعـة. وأخـيرا فان الملوثات الصلبة تأتي من مصـدرين، الأول هو تجميـع المعـادن المشعـة من المـاء والغازات وهذه عادة ما يتم خلطهـا بالاسمنت وتـوضع في مخازن بعيدة عن المناطق المأهولة. أما المصدر الثاني فهـو أعمـدة اليـورانيوم المستخدمة كوقود للمفاعل النووي، والتي تستبدل سنويا. ويتم عادة ارسـال هذه الأعمـدة الى معامل خاصة لاسترجاع ما يمكن من الوقود لاستعمـالـه مرة اخـرى في المفاعل وما يتبقى يتم تخزينه في اماكن بعيدة وآمنة حيث انهـا تتطلب قرونا من الـزمن لتتخلص من خواصهـا المشعـة. وبسبب ما يتطلبـه تخزين هذه النفايات المشعة من حذر لخطورتها البالغة على الأحياء بجميع اشكالها

فان هذه النفايات تمثل المعضلة الرئيسية في الصناعة النووية.

وتجدر الاشارة هنا أن مشكلة النفايات المشعة تصبح اكثر تعقيدا عندما نعرف بأنه بالاضافة الى عدم وجود طرق جيدة للتخلص منها فان كمياتها ايضا كبيرة جدا حيث تتعدى مائة مليون جالون في الولايات المتحدة وحدها في الوقت الحاضر. ولابد لنا أن نذكر هنا أن الطاقة النووية ايضا تسبب التلوث الحراري بسبب ما تحتاجه من كميات كبيرة من المياه لتبريد المفاعل وقد سبق لنا ان وضحنا تأثير التلوث الحراري على الأنهار وما فيها من احياء دقيقة.

(ج - ٦) المصادر الجديدة :

سوف نتحدث فيما يلي باختصار عن امكانات التلوث من المصادر الجديدة للطاقة كالوقود الصناعي والحرارة الجوفية وأخيرا الطاقة الشمسية. فبالنسبة للوقود الصناعي الناتج من الفحم أو الصخور الزيتية فان امكانات التلوث منها مشابهة للتلوث الناتج من استخدام الفحم. ذلك لأن انتاج الوقود الصناعي من الفحم والصخور الزيتية يؤدي الى انتاج كميات ضخمة من النفايات الصلبة بالاضافة الى الاجسام الدقيقة. وهناك ايضا التأثيرات الناتجة من حاجة هذه الصناعات الى كميات هائلة من المياه مما يترتب عليها التلوث الحراري وتسرب الملوثات الى المياه الجوفية. وأخيرا فان حرق هذا الوقود يؤدي الى التلوث الهوائي الذي سبق شرحه.

ويمكننا في المقابل القول بأن الطاقة الجوفية تعد قليلة التأثير على البيئة بسبب تواجد هذه الطاقة طبيعيا ولكن قد تنطلق بعض المركبات الكبريتية التي تتواجد في بعض المصادر الى الغلاف الجوي.

وأخيرا هناك الطاقة الشمسية التي تتميز بكونها نظيفة وتلقى قبولا لدى الاوساط العامة، ولكن تأثيراتها البيئية تأتي من خلال استغلال مساحات شاسعة من الاراضي لبناء المرايا لتجميع اشعة الشمس للاستفادة منها في الاستخدامات المختلفة.

د - اقتصاديات السيطرة على التلوث

بعد أن تحدثنا عن مصادر الطاقة وامكانات التلوث منها، ننتقل لموضوع اقتصاديات السيطرة على التلوث. فكما أشرنا سابقا بأن التلوث والانتاج عمليتان متلازمتان مما يجعل السيطرة على احداهما تساوي السيطرة على الاخرى خصوصا في المدى القصير، أي ان تقليل احداهما بالضرورة يؤدي الى تقليل الاخرى. والسبب في ذلك هو ان عملية تقليل التلوث تتطلب اما تحويل موارد اقتصادية متاحة للمجتمع لعملية الانتاج الى استخدامات السيطرة على التلوث مما يؤدي الى رفع كلفة الانتاج أو تقليل الانتاج مباشرة لضمان انتاج كميات أقل من الملوثات. ومن الواضح انه في كلتا الحالتين يتحمل المجتمع تكاليف تقليل التلوث. لذلك فالتصريح بأنه يجب ايقاف التلوث مهما كان الثمن (كما يقترح بعض الأفراد) يحتاج بلا شك الى بحث وتدقيق اكثر لما يعنيه هذا الكلام من توقف لعجلة الاقتصاد. والمفروض ان تعاد صياغة العبارة لكي تقول يجب السيطرة على التلوث ما دام ذلك اقتصاديا للمجتمع.

ان طبيعة بعض الموارد الطبيعية وخصوصا الهواء ولدرجة أقل الماء من حيث توفرها للمجتمع بأكمله وصعوبة اعطاء كل فرد حقا واضحا من هذه الموارد يؤدي الى استغلال بعض الأفراد لهذا المورد بشكل يسهم في تحويل جزء من تكاليف الانتاج الى المجتمع. فصاحب المصنع يستخدم الهواء للتخلص من النفايات الغازية المصاحبة لعملية الانتاج دون الاهتمام بتأثير هذه الغازات على افراد المجتمع. كذلك الحال بالنسبة للمصانع التي تتخلص من الملوثات السائلة بالقائها في الأنهار أو البحار. وفي كلتا الحالتين نلاحظ ان المنتجين يقومون باستغلال الموارد الطبيعية المتوفرة للمجتمع في اغراضهم الخاصة. وبعبارة اخرى يتجنب المنتجون تحمل التكاليف الضرورية للتخلص من النفايات من خلال فرض تكاليف صحية او اخرى على المجتمع. وعليه، يمكن القول بأن توفر هذه الموارد لمستخدميها دون قيود يؤدي الى سوء استغلالها نظرا لوجود حافز اقتصادي

لكـل منهم بتحـويـل جزء من تكـاليفه الخاصة الى المجتمع . ولما كان عدد الأفراد كبيرا في المجتمع فان الضرر الواقع على كل فرد يكون صغيرا جدا مما يؤدي الى انعـدام الحـافـز عنـد الافـراد للعمـل على الحد من هذه النشاطات الضارة . لهذا السبب نجد انه من الضروري ان تتدخل الحكومة في هذه الظروف لفرض الحلول المنـاسبـة لمشكلة تلوث المـوارد الطبيعية . عموما، هناك مجموعة من الحلول الممكن اتبـاعهـا والتي تستطيـع الجهـات المسئولـة من خلالها العمل على المحافظة على البيئة . وتتلخص هذه الحلول اما في فرض الضرائب أو وضع حوافز مادية أو فرض قيود كمية أو تحديد حقوق الملكية للموارد الطبيعية بشكل واضح .

ونوضح فيما يلي كيفية تحديد حجم التلوث المسموح به من خلال دراسة مفهوم الحجم الأمثـل للتلوث (Optimal Pollution Level) في المجتمـع . ويتحـدد ذلـك من خلال مقـارنـة الطلب على الهـواء النقي (الطلب على ازالـة الملوثـات من الهواء) وعـــرض الهـواء النقي (تكـاليف ازالـة الملوثـات) . ننتقـل بعـد ذلـك الى عرض السيـاسـات المتبعـة للوصـول الى الحجم الأمثل للتلوث في المجتمع . ولكن تجدر الاشارة هنا الى ان هناك طريقة اخرى لتحديد الحجم الأمثل للتلوث في المجتمع وذلـك باعتبـار التلوث تأثـيرا جانبيـا سلبيا لعملية الانتاج غير مأخوذ بالاعتبار من جانب المؤسســات الانتـاجيـة . ويؤدي ذلـك الى كون حجم الانتـاج اكـبر من الحجم الأمثـل من وجهـة نظر المجتمع بسبب قدرة المؤسسة الانتاجية على تحويل جزء من تكاليفها الى الأفراد الآخرين في المجتمع . وفي هذه الحالة يستوجب النظر الى جانب الانتـاج واتبـاع السيـاسـات الضـرورية لتضمين التكاليف الجانبية في تكاليف المؤسسة مما يجبر المؤسسة على انتاج الحجم الأمثل من السلعة . ونوضح في الملحق (أ) هذه الطريقة بشيء من التفصيل .

(د - ١) التوازن في السوق ومقدار التلوث الأمثل :

يمكننـا تصنيـف التلوث باعتبـاره امـا وجود شيء غير مرغوب فيه أو عدم وجود شيء مرغـوب فيـه . فالتلوث الهـوائي يمكن تفسيره بوجود مقدار من الملوثات غير مرغـوب في وجـودهـا أو عدم وجـود الهـواء النقي وهـو شيء مرغـوب فيه . وسوف نوضح في

هذا الجزء كيفية تحديد حجم الملوثات التي يجب ازالتها من الهواء لوجود سبب اقتصادي لذلك.

نبدأ بافتراض أن هناك عدة مصانع في مجتمع ما تنتج كميات معينة من الملوثات شهريا بسبب انتاجها لسلع معينة مما يؤدي الى تلوث هواء المدينة، وسوف نفترض ان هذه الكمية تساوي ٢٠ طنا من الملوثات. وبسبب تلوث هواء المدينة فان هناك طلبا من افراد المجتمع على الهواء النقي (طلب على ازالة الملوثات)، ويوضح هذا الطلب ما يرغب هذا المجتمع في دفعه لازالة كميات متزايدة من التلوث للتخلص من آثاره السلبية على الصحة والبيئة والممتلكات. ويبين الشكل (١٠ - ١) منحنى الطلب المذكور (ط) وحسب هذا الطلب يرغب افراد المجتمع دفع ٣٨ دينارا لازالة الطن الاول من الملوثات و٣٦ دينارا لازالة الطن الثاني وهكذا. والسبب في انخفاض ما يرغب المجتمع في دفعه لازالة الكميات المتتالية من الملوثات هو انخفاض تأثيرها على المجتمع بسبب نقصان الكميات المتواجدة منها في الهواء. وبعبارة اخرى يمكن القول بأن المجتمع يرغب في دفع مبالغ متناقصة للكميات المتتالية من الهواء النقي، لذا فان منحنى الطلب على الهواء النقي يأخذ الشكل المألوف لمنحنيات الطلب. ومن الملاحظ بأن المجتمع لا يرغب في دفع أي شيء لازالة الطن الاخير من الملوثات (انظر النقطة ج في الشكل) وذلك لأن الهواء قد وصل الى مرحلة من النظافة لا تشكل فيه هذه الكمية الحدية أية خطورة على المجتمع.

وتبين المساحة المحصورة بين منحنى الطلب والمحور الأفقي مقدار ما يرغب الأفراد في دفعه لازالة كمية معينة من الملوثات. فعلى سبيل المثال، يرغب افراد المجتمع بدفع مبلغ يساوي ١٠٨ دنانير لازالة ثلاثة اطنان من الملوثات (٣٨ دينارا للطن الأول و٣٦ دينارا للطن الثاني و٣٤ دينارا للطن الثالث). ومن الواضح ان ما يرغب افراد المجتمع في دفعه لازالة كميات اكبر من التلوث تتزايد مع زيادة الكمية المزالة ولكن الكميات المتتالية تحظى بمبالغ أقل بسبب انخفاض أهميتها مقارنة بالكميات السابقة لها. ومساحة المثلث ج ص ن تعطي مجموع ما يرغب افراد

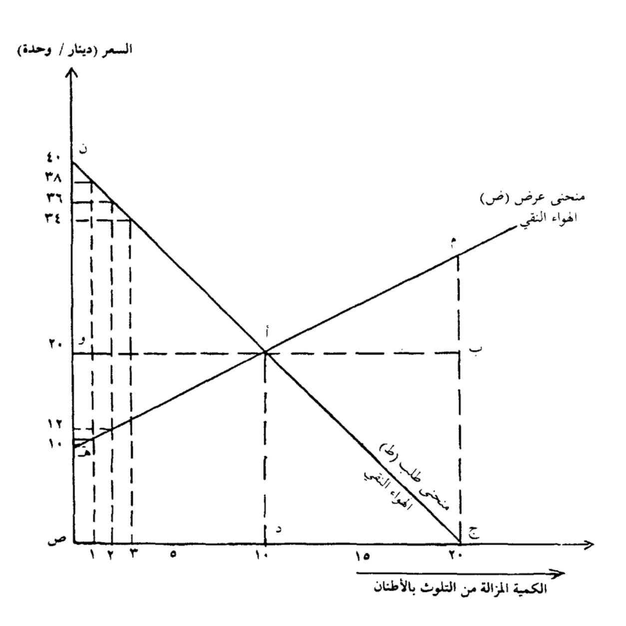
المجتمع في دفعه (وهو ٤٠٠ دينار) لازالة جميع التلوث الموجود ومقداره عشرون طنا.

أما كيفية حساب منحنى الطلب على الهواء النقي في المجتمع فيحتاج لبعض التوضيح حيث ان هذه السلعة (الهواء النقي) ليست سلعة خاصة بل عامة وبالتالي فان توفير وحدة واحدة من الهواء النقي تفيد جميع أفراد المجتمع وليس فقط شخصا معينا كما هي الحال بالنسبة للسلعة الخاصة. لذلك فان منحنى الطلب على الهواء النقي يتم حسابه من منحنيات طلب الأفراد في المجتمع من خلال جمع هذه المنحنيات رأسيا لكي يتم الأخذ بالاعتبار ما يرغب كل فرد في دفعه نظير ازالة وحدة واحدة من التلوث، وذلك بخلاف ما يحدث عند جمع منحنيات طلب افراد المجتمع على سلعة خاصة حيث انه في تلك الحالة يتم جمع المنحنيات أفقيا. ويوضح الملحق (ب) كيفية حساب منحنى طلب المجتمع من طلب الأفراد وذلك للسلعة العامة.

وفي الجانب الآخر من السوق هناك تكاليف لازالة التلوث من الهواء أي توفير الهواء النقي للمجتمع، حيث ان ذلك يتطلب شراء معدات مناسبة للتخلص من التلوث. هذا مع العلم بأن تكاليف تقليل التلوث تتزايد مع زيادة الكميات المزالة من الملوثات، لان التخلص من كميات متزايدة يتطلب شراء معدات اكثر دقة بالاضافة الى الحاجة الى الرقابة على مصادر التلوث. لذا يمكننا القول بأن منحى التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات يتميز بكونه ذا ميل موجب أي أن منحنى عرض الهواء النقي يأخذ الشكل العادي لمنحنيات العرض (منحنى التكلفة الحدية هو منحنى العرض) كما هو موضح في الشكل (١٠ - ١).

ويتضح من الرسم بأن التكلفة الحدية للتخلص من الطن الأول من التلوث منخفضة (حوالي ١١ دينارا) وتزداد تدريجيا مع ازدياد كمية التلوث المزالة. حيث ان تكلفة ازالة الطن الثاني تساوي ١٢ دينارا وتكلفة ازالة الطن الثالث تساوي ١٣ دينارا وهكذا. لذلك فان المساحة المحصورة بين منحنى العرض (التكلفة الحدية) والمحور الافقي تمثل التكلفة الكلية على المجتمع لازالة كمية معينة من

شكل (١٠ - ١) : منحنى العرض والطلب للهواء النقي



الصيغة الرياضية للمنحنيين :

- الطلب على الهواء النقي : ع = ٤٠ - ٢ ك
- العرض للهواء النقي : ع = ١٠ + ك

حيث تدل (ع) على السعر و (ك) على الكمية المزالة من التلوث.

التلوث. فعلى سبيل المثال، فان تكلفة ازالة ثلاثة اطنان من الملوثات تساوي ٣٦ دينارا تقريبا، في حين ان تكلفة ازالة جميع التلوث (٢٠ طنا تساوي المساحة م ج ص هـ (٤٠٠ دينار).

ولتحديد الحجم الأمثل للتلوث في المجتمع أو الكمية التي يتوجب على المجتمع ازالتها لابد لنا ان نقارن الفوائد التي يجنيها المجتمع من ازالة كل وحدة اضافية من الملوثات مع تكلفة ازالة هذه الوحدة. فكما هو واضح من الشكل (١٠ - ١) انه بالنسبة لوحدات التلوث الى اليسار من النقطة (أ) تكون الفائدة من ازالة كل وحدة منها اكبر من تكلفة ازالتها. أما النقاط الى اليمين من (أ) فان تكلفة ازالة الوحدات الاضافية من الملوثات اكبر من الفائدة المترتبة على ذلك. لذلك نستطيع القول بأن النقطة (أ) تحدد نقطة التوازن في المجتمع. ذلك لأن عند هذه النقطة يتساوى ما يرغب المجتمع في دفعه لازالة الوحدة الأخيرة من التلوث مع ما يتحمله المجتمع من تكاليف لازالتها. وبذلك تكون كمية التلوث التي يتوجب ازالتها تساوي عشرة اطنان والسعر التوازني هو ٢٠ دينارا.

ولكن من المعروف ان الهواء يعتبر من السلع العامة كما سبقت الاشارة اليه، أي ان قيام شخص معين بازالة كمية معينة من التلوث يعني استفادة الجميع من ذلك دون مقدرة هذا الشخص على طلب التعويض لقيامه بهذا العمل (بمعنى ان الفرد لا يستطيع قصر الفائدة عليه وحده). لهذا السبب لا نتوقع ان يصل المجتمع الى النقطة (أ)، بل من المتوقع أن يكون المجتمع عند نقطة الأصل، حيث تكون كمية التلوث المنطلقة الى الهواء مساوية ٢٠ طنا شهريا (أي أن الكمية المزالة = صفرا).

من هنا تنبع الحاجة لتدخل الحكومة لتعديل الوضع السائد اما من خلال تحديد حقوق الملكية بالنسبة لانتاج التلوث أو الهواء النقي أو من خلال اتباع السبل الكفيلة للتأكد من وصول المجتمع الى النقطة (أ) التي تحدد الحجم الأمثل للتلوث. وعادة ما تكون هناك عدة سياسات تستطيع الحكومة اتباعها للوصول الى هدفها المنشود في تقليل التلوث، وهذا هو موضوع الجزء التالي.

(د - ٢) سياسات الحد من التلوث (Pollution Control Policies) :

سوف نتطرق في هذا الجزء للسياسات المختلفة التي تلجأ اليها الحكومة عادة للتغلب على مشكلة التلوث والوصول الى نقطة التوازن المنشودة، النقطة (أ) في الشكل (١٠ - ١)، بالاضافة الى توضيح الأثر التوزيعي لكل سياسة. وتتركز هذه السياسات في الآتي :

أولا : نظام الحصص (Quota System) :

وتتمثل هذه السياسة بقيام الحكومة بوضع قيود صارمة على الكميات المنطلقة من الملوثات المختلفة الناتجة من عملية الانتاج، وذلك من خلال تحديد المقدار المسموح به في فترة زمنية معينة.

ثانيا : نظام الضرائب (Tax System) :

هنا يسمح بانتاج اية كمية من التلوث ولكن هناك ضريبة يجب دفعها للحكومة مقدارها مبلغ معين لكل وحدة من الملوثات المنطلقة الى البيئة. ويترك المجال هنا للجهة المنتجة للتلوث باتخاذ القرارات المتعلقة بحجم الملوثات التي ترغب في التخلص منها حسب ظروفها الاقتصادية.

ثالثا : نظام الدعم (Subsidy System) :

ويتلخص هذا النظام في وجود حافز مادي لمنتجي التلوث من خلال رصد مبلغ معين نظير كل وحدة من الملوثات يمنع تسربها الى البيئة.

رابعا : تحديد حقوق الملكية (Assigning Property Rights) :

يقصد بتحديد حقوق الملكية توضيح ملكية الموارد وحقوق كل مجموعة في استخدامها. لا شك ان تحديد الملكية عملية سهلة لبعض الموارد الطبيعية كالأراضي والغابات ولكنها صعبة لبعضها الآخر كالماء والهواء وذلك لاتسام هذه الموارد بالحركة الدائمة وبالتالي صعوبة السيطرة عليها.

ويمكننا القول بشكل عام بأنه في حالة معرفة وثبات منحنيي الطلب والعرض على التلوث وبافتراض ان الصناعة غير قادرة على الانتقال الى مكان آخر فان هذه السياسات جميعها تؤدي الى نتيجة واحدة من حيث الكفاءة الاقتصادية ولكنها تتباين من حيث تأثيراتها التوزيعية. والمقصود بالأثر التوزيعي للسياسات المتبعة هو تحديد الجانب المستفيد والجانب المتضرر.

ونستعرض فيما يلي السياسات المذكورة بالتفصيل من حيث قدرتها على ايصال المجتمع الى نقطة التوازن المرغوبة ونبين آثارها التوزيعية. ونظرا لعدم امكانية تطبيق سياسة تحديد الملكية في هذه الحالة فاننا نكتفي بايضاح السياسات الأخرى.

ولتوضيح ذلك، نفترض ان الحكومة تهدف الى تقليل مقدار التلوث المنطلق في منطقة معينة بمقدار عشرة اطنان شهريا وذلك لضمان انتقال المجتمع الى النقطة (أ) في الشكل (١٠ - ١). في هذه الحالة يمكنها اختيار احدى السياسات المذكورة لتحقيق هذا الهدف. وسوف نستعرض الان تأثير كل سياسة على الكمية التوازنية للتلوث المنطلق والاثر التوزيعي لاتباع تلك السياسة.

أولا : نظام الحصص :

حيث ان نقطة التوازن في المجتمع تم تحديدها عند النقطة (أ) في الشكل (١٠ - ١) فان الحكومة باختيارها لهذا النظام تستطيع الوصول مباشرة الى النقطة التي ترغبها. وذلك لأن تطبيق نظام الحصص على الشركات واجبارها على تخفيض الكميات المنطلقة من الملوثات بمقدار عشرة أطنان يجبرها على التجاوب اما بتخفيض الانتاج أو من خلال ادخال التحسينات اللازمة في العملية الانتاجية لتقليل كمية الملوثات الى المستوى المحدد. أما الأثر التوزيعي فيمكن تلخيصه بتحمل المؤسسة لتكاليف تخفيض كمية الملوثات المنطلقة والمتمثلة بالمساحة أ د ص هـ (المساحة تحت منحنى التكلفة الحدية) وتساوي ١٥٠ دينارا. أما الفوائد التي يجنيها الأفراد في المجتمع فهي تساوي المساحة تحت منحنى الطلب ابتداء من نقطة الاصل وحتى الكمية ١٠ أطنان، أي المساحة أ د ص ن وقيمتها ٣٠٠ دينار.

ثانيا : نظام الضرائب :

تستطيع الحكومة من خلال هذا النظام الوصول الى النقطة (أ) في الشكل (١٠ - ١) وذلك من خلال فرض ضريبة مقدارها ٢٠ دينارا لكل وحدة من الملوثات المنطلقة الى البيئة . وعندئذ ترى المؤسسة الانتاجية انه من الافضل لها ان تقلص كمية الملوثات الناتجة بمقدار عشرة اطنان من خلال اجراء التحسينات الداخلية وذلك بسبب انخفاض هذه التكاليف مقارنة مع مقدار الضرائب وبذلك يصل المجتمع الى النقطة (أ) .

أما الكميات الاضافية من الملوثات (١٠ أطنان) فان المؤسسة تفضل دفع الضريبة عليها بدلا من اتخاذ الاجراءات الكفيلة بتخفيض هذه الكمية بسبب ارتفاع تكاليف تخفيضها مقارنة مع الضرائب المفروضة كما هو واضح من الشكل (١٠ - ١) . ويتضح لنا ان المؤسسة في هذه الحالة تتحمل نوعين من التكاليف ، الأول هو تكاليف ادخال تحسينات داخلية لتقليل كمية الملوثات بمقدار عشرة أطنان وحجم هذه التكاليف ١٥٠ دينارا ، كما تم توضيح ذلك سابقا (المساحة أ د ص هـ) . وثانيا هناك تكلفة اضافية وهي الضرائب المدفوعة على الكميات المنطلقة وهي ١٠ أطنان (أو المساحة أ ب ج د) . لذلك فان التكلفة الكلية للمؤسسة الانتاجية في هذه الحالة تساوي ٣٥٠ دينارا (منها ١٥٠ تتحملها داخليا و٢٠٠ دينار كضرائب للحكومة) . أما الفوائد التي يجنيها الأفراد فلا تختلف عما هي عليه في السياسة السابقة ومقدارها ٣٠٠ دينار (أو المساحة أ د ص ن) .

ثالثا : نظام الدعم :

حيث ان هذه الطريقة تتلخص باعطاء حافز للمشروع لنتقليل من كمية الملوثات المنطلقة من العملية الانتاجية التي يقوم بها ، فاننا نتوقع استجابته لهذا الحافز ما بقي الحافز . وهنا تستطيع الحكومة اختيار الحافز ليكون مبلغا من المال يساوي ٢٠ دينارا لكل وحدة ملوثات يتم التخلص منها . من الواضح في هذه الحالة ان المؤسسة سوف تقوم بتقليل الكمية المنطلقة من التلوث بمقدار عشرة اطنان أي يصل المجتمع الى النقطة (أ) في الشكل (١٠ - ١) وذلك للاستفادة من الاختلاف الموجود بين تكلفة الازالة التي يجب عليها تحملها ومقدار الدعم المدفوع

لها. ويتمثل مقدار الدعم بمساحة المربع(أ د ص و) التي تساوي ٢٠٠ دينار، في حين تكون تكلفة التخلص من هذه الملوثات داخليا ١٥٠ دينارا كما سبق حسابه. أما الوحدات الاضافية بعد الوحدة العاشرة فانها تتميز بارتفاع تكلفة التخلص منها مقارنة بالدعم.

اذن يمكن القول ان المؤسسة في هذه الحالة تستفيد بمقدار المثلث(أ هـ و) الذي تساوي مساحته ٥٠ دينارا. أما الأفراد فان استفادتهم هي كالسابق وتقدر بمبلغ ٣٠٠ دينار، ولكن يجب الاشارة بأن هذه الفائدة قد تصبح أقل بكثير بسبب حاجة الحكومة لفرض ضرائب على الأفراد لتوفير مبلغ الدعم المطلوب.

نلاحظ مما سبق ان سياسات الحد من التلوث جميعها تعطي نفس الثمار المتمثلة في تقليل التلوث بمقدار عشرة أطنان ولكن هناك اختلافات كبيرة من حيث الأثر التوزيعي للسياسات. ففي حين تتحمل المؤسسة الانتاجية جميع التكاليف في حالة تطبيق سياسة الحصص وسياسة الضرائب نرى ان سياسة الدعم لها أثر معاكس تماما حيث تستفيد المؤسسة من انتاجها للتلوث وتأتي هذه الفائدة على حساب الأفراد، ومن الجدير بالذكر هنا ان عملية اختيار السياسة التي ينبغي اتباعها يجب ان تعتمد على دراسة وافية للظروف المحيطة بالمنتج وايضا التكاليف التي يجب تحملها في حالة تطبيق كل نظام.

ملحق (أ) : تحديد مقدار التلوث من خلال التأثير على قرارات الانتاج

بالاضافة الى الحديث عن التلوث باعتباره وجود شيء غير مرغوب فيه (الملوثات) أو عدم وجود شيء مرغوب فيه (الهواء النقي)، وبالتالي وجود الحاجة لتحديد الحجم الأمثل للتلوث من خلال دراسة الطلب على الهواء النقي (أو الطلب على ازالة الملوثات) وعرض الهواء النقي (منحنى التكلفة الحدية لازالة الملوثات). هناك طريقة اخرى تعتمد على اعتبار التلوث من الآثار الجانبية السلبية (Externality) الملازمة لعملية الانتاج ولكن تأثيراتها غير مأخوذة بالاعتبار في منحنى التكلفة الحدية للانتاج داخل المؤسسة. والسبب في عدم أخذها بالاعتبار نابع من ان المؤسسة لا تتحمل التكاليف الناتجة من التلوث المصاحب لعملياتها الانتاجية، بل ان التكاليف عادة ما تقع على افراد المجتمع الآخرين. لهذا السبب يمكننا القول بأن هناك اختلافا بين منحنى التكلفة الحدية للانتاج في المؤسسة والمجتمع حيث يكون الثاني اكبر من الأول والفرق بينهما ناتجا من الآثار السلبية للتلوث. ويبين الشكل (١) منحنى التكلفة الحدية للمؤسسة والمجتمع.

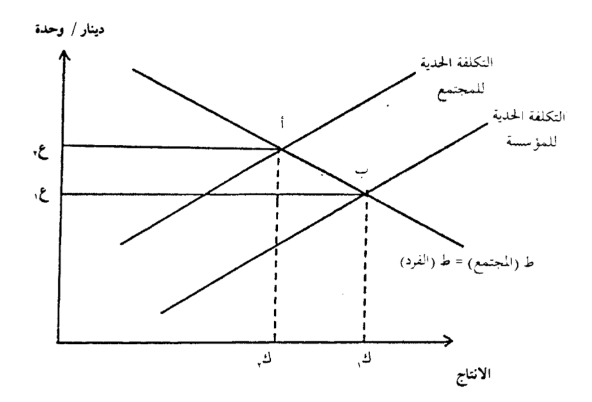
يمكننا القول بشكل عام بأن هناك آثارا جانبية عندما تكون المنافع أو التكاليف الناتجة من الاستهلاك أو الانتاج تصيب أفرادا آخرين في المجتمع لا علاقة لهم بالنشاط الاستهلاكي أو الانتاجي القائم. فعلى سبيل المثال اذا أدى استهلاك فرد ما من سلعة معينة الى زيادة منفعة شخص آخر فاننا نقول بأن هناك آثارا جانبية ايجابية للاستهلاك. وفي هذه الحالة تكون منفعة المجتمع اكبر من مجموع منافع الأشخاص المستهلكين لكونها تأخذ بالاعتبار منافع الأشخاص الآخرين. وبنفس الطريقة يمكننا القول بأن هناك آثارا جانبية سلبية اذا أدى استهلاك شخص لسلعة معينة الى الحاق ضرر بالأفراد الاخرين في المجتمع. أما في حالة الانتاج فان وجود آثار جانبية سلبية للانتاج يعني وجود تكاليف اضافية لا يتحملها المنتج ولكن تقع على المجتمع مما يعني ان تكاليف الانتاج اكبر من ذلك للمؤسسة، وعند وجود آثار جانبية ايجابية فان العكس صحيح. وخلاصة القول هو أن وجود آثار جانبية ايجابية من الاستهلاك تجعل منحنى الطلب على السلعة في

المجتمع اكبر من منحنى طلب الفرد وكذلك في الانتاج فان منحنى التكلفة الحدية للانتاج في المجتمع تكون أدنى من ذلك في المؤسسة. أما عندما توجد آثار جانبية سلبية فان منحنى طلب المجتمع يكون اصغر من منحنى طلب الفرد وذلك في حالة الاستهلاك وفي الانتاج يكون منحنى التكلفة الحدية للانتاج في المجتمع اكبر من ذلك في المؤسسة، انظر الشكلين (١) و(٢).

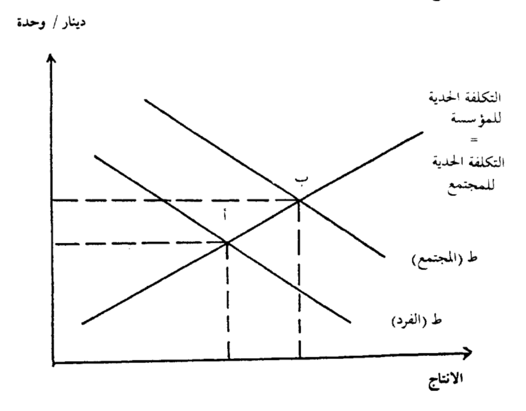
وفي حالة التلوث الناتج من عملية الانتاج نرى ان الشكل (١) هو الذي يعكس الوضع السائد من الواضح ان تحديد الحجم الأمثل للتلوث في هذه الحالة يتلخص في اختيار حجم الانتاج الأمثل من السلعة دون النظر الى كميات التلوث مباشرة. وبشكل عام يمكن القول ان ترك التفاعل في السوق بدون تدخل حكومي ينتج منه الوصول الى النقطة (ب) حيث يتقاطع منحنى الطلب للمجتمع مع منحنى عرض المؤسسة ويكون حجم الانتاج من السلعة ك ١ وسعرها في السوق ع ١ . ولكن الحجم الأمثل للانتاج في نظر المجتمع يجب أن يتحدد من خلال تقاطع منحنى التكلفة الحدية للمجتمع، عند النقطة (أ)، أي حجم انتاج ك ٢ وسعر ع ٢ . وحيث ان ميكانيكية السوق لا تستطيع ايصال المجتمع الى هذه النقطة فان هناك حاجة لتدخل حكومي لتصحيح الوضع السائد، ويمكن ذلك من خلال عدة سياسات تستطيع الحكومة اتباعها مثل فرض الضرائب على المنتج على اساس الوحدة المنتجة أو القيود على حجم الانتاج وأخيرا هناك تحديد حقوق الملكية. وبالنسبة لسياسة الضرائب فان الهدف منها هو رفع تكاليف الانتاج داخل المؤسسة بقدر كاف ليتطابق منحنى التكلفة الحدية للمؤسسة مع ذلك للمجتمع وبالتالي تنتج المؤسسة عند الحجم الأمثل للمجتمع (ك ٢).

تجدر الاشارة هنا الى ان مجرد وجود آثار جانبية سلبية ملازمة للانتاج وعدم قدرة جهاز السوق على تلافيها ليس دليلا كافيا على ضرورة التدخل الحكومي أو حتى استحسانه. حيث ان التدخل مهما كان شكله يستوجب التضحية بموارد اقتصادية نادرة ليكون فعالا. لذلك فان من الضروري اجراء دراسات اقتصادية جادة لتحديد التكاليف والمنافع المتوقعة قبل الشروع بالتدخل.

شكل (١) : آثار جانبية سلبية في الانتاج



شكل (٢) : آثار جانبية ايجابية في الاستهلاك



ملحق (ب) : حساب منحنى طلب المجتمع على سلعة عامة

نوضح فيما يلي كيفية حساب منحنى طلب المجتمع على سلعة عامة من خلال جمع منحنيات الطلب للأفراد على تلك السلعة. تبين الجداول الثلاثة التالية منحنيات طلب ثلاثة افراد على الهواء النقي (ازالة الملوثات)، ويتم حساب طلب المجتمع على السلعة العامة كالآتي :

الفرد الأول

السعر (دينار / وحدة)	الكمية (طن)
٥٫٠٠٠	صفر
٤٫٥٠٠	١
٤٫٠٠٠	٢
٣٫٥٠٠	٣
٣٫٠٠٠	٤
٢٫٥٠٠	٥

الفرد الثاني

السعر (دينار / وحدة)	الكمية (طن)
١٥٫٠٠٠	صفر
١٤٫٥٠٠	١
١٤٫٠٠٠	٢
١٣٫٥٠٠	٣
١٣٫٠٠٠	٤
١٢٫٥٠٠	٥

الفرد الثالث

السعر (دينار / وحدة)	الكمية (طن)
٢٠٫٠٠٠	صفر
١٩٫٠٠٠	١
١٨٫٠٠٠	٢
١٧٫٠٠٠	٣
١٦٫٠٠٠	٤
١٥٫٠٠٠	٥

كما سبق وأن ذكرنا ان ازالة طن واحد من الملوثات تؤدي الى افادة افراد المجتمع ككل وليس شخصا واحدا فقط وذلك لكون السلعة عامة، لذلك فان ازالة الوحدة الأولى من التلوث تساوي في نظر المجتمع مجموع ما يرغب الأفراد الثلاثة بدفعه وذلك يساوي ٣٨ دينارا.

أما ما يرغب المجتمع في دفعه لازالة الوحدة الثانية فهو ٣٦ دينارا فحسب، أما الوحدة الثالثة فما يرغب المجتمع في دفعه فيساوي فقط ٣٤ دينارا. وهكذا يمكننا كتابة منحنى طلب المجتمع على الهواء النقي كالآتي :

السعر (دينار/وحدة)	٤٠	٣٨	٣٦	٣٤	٣٢	٣٠	...	٢	صفر
الكمية المزالة من التلوث (طن)	صفر	١	٢	٣	٤	٥	...	١٩	٢٠

وتصبح الصيغة الرياضية كالآتي :

ع = ٤٠ - ٢ ك

ملاحظة : نظرا لعدم وجود طريقة سهلة للتعرف على رغبات افراد المجتمع فان هناك ميلا قويا لدى كل فرد في عدم التصريح عن رغباته الحقيقية. ففي حالة امكانية فرض ضرائب على منتجي التلوث يميل الأفراد لتضخيم رغباتهم في حين يحدث العكس عند احتمال فرض الضرائب على المستهلكين.

مراجع الفصل العاشر

- Russell Mills and Arun N. Toke, Energy, Economics, and the Environment, Prentice - Hall, Inc., U.S.A., 1985.

- Manfred Grathwohl, World Energy Supply; Resources, Technologies, and Perspectives, Walter de Gruyter & Co., Berlin, Germany, 1982.

- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.

- James Griffin and Henry Steele, Energy Economics and Policy, Academic Press, U.S.A., 1980.

- John M. Hartwick and Nancy D. Olewiler, The Economics of Natural Resource Use, Harper & Row, Publishers, New York, U.S.A., 1986.

- محمد محمود عمار، الطاقة : مصادرها واقتصادياتها، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، ١٩٨٦.

قائمة الجداول

قائمة الاشكال





الأهرام AL-AHRAM
٧,٠٠
Bibliotheca Alexandrina
مكتبة الإسكندرية
0226995
شركة مطابع الوزان العالمية ذمم
Al Wazzan International Press Co. W.L.L.
أحراج ونضد . ٤٧٣١٩٦٤ - ٧٤٧٣٧٤